

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Инженерная школа информационных технологий и робототехники**

---

# **МОЛОДЕЖЬ И СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Сборник трудов  
XIX Международной научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

**21–25 марта 2022 г.**

Томск 2022

УДК 378:004(063)  
ББК Ч481.23л0  
М75

**Молодежь и современные информационные технологии:** сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 21–25 марта 2022 г.) / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 338 с.

Сборник содержит доклады, представленные на XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии», прошедшей в Томском политехническом университете на базе Инженерной школы информационных технологий и робототехники. Материалы сборника отражают доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, принятые к обсуждению на секциях: «Искусственный интеллект и машинное обучение», «Цифровизация, IT и цифровая экономика», «Дизайн и компьютерная графика», «Виртуальная и дополненная реальность», «Технология больших данных в индустрии», «Мехатроника и робототехника», «Автоматизация технологических процессов и производств».

Сборник предназначен для специалистов в области информационных технологий, студентов и аспирантов соответствующих специальностей.

УДК 378:004(063)  
ББК Ч481.23л0

*Редакционная коллегия*

А.Ю. Демин, к.т.н., и.о. директора ИШИТР, заместитель председателя оргкомитета;  
Н.Г. Марков, д.т.н., профессор ИШИТР, председатель программного комитета, председатель 1-й секции;  
В.Г. Спицын, д.т.н., профессор ИШИТР, заместитель председателя программного комитета, сопредседатель 1-й секции;  
О.М. Гергет, д.т.н., профессор ОИТ ИШИТР ТПУ, председатель 2-й секции;  
А.О. Савельев, к.т.н., доцент ОИТ ИШИТР ТПУ, сопредседатель 2-й секции;  
М.С. Кухта, д.ф.н., профессор ОАР ИШИТР ТПУ, председатель 3-й секции;  
Е.В. Вехтер, к.пед.н., доцент ОАР ИШИТР, сопредседатель 3-й секции;  
А.В. Шкляр, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР, председатель 4-й секции;  
Е.И. Губин, к.ф.-м.н., доцент ОИТ ИШИТР ТПУ, председатель 5-й секции;  
А.Ю. Кайда, ассистент ОИТ ИШИТР ТПУ, сопредседатель 5-й секции;  
М.С. Суходоев, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ, председатель 6-й секции;  
М.И. Пушкарев, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ, председатель 7-й секции;  
А.М. Богдан, эксперт орг. отдела ИШИТР, секретарь конференции;  
В.А. Коровкин, ассистент ИШИТР, программист ЦИТ ТПУ.

**Редакционная коллегия предупреждает, что за содержание представленной информации ответственность несут авторы**

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2022

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>СЕКЦИЯ 1. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ</b> .....	8
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ.....	9
ГОЛОСОВОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ЛИЦ С ОВЗ ДЛЯ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ ОЧЕРЕДЬЮ....	11
ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ТРУДНОРАЗЛИЧИМЫХ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLO NANO .....	14
РАСПОЗНАВАНИЕ ОРБИТАЛЬНОГО УГЛОВОГО МОМЕНТА СИНТЕЗИРОВАННЫХ МАССИВОМ ВОЛОКОННЫХ ЛАЗЕРОВ ПУЧКОВ ПРИ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИИ В ТУРБУЛЕНТНОЙ АТМОСФЕРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	16
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ИНФОРМАЦИОННО- ПРЕОБРАЗУЮЩИХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АВИАНИКИ ПРИ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ .....	19
RECTAL CANCER IMAGE SEGMENTATION METHOD BASED ON U-NET NETWORK.....	21
КЛАССИФИКАЦИЯ МОТОРНЫХ ОБРАЗОВ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ И ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ .....	24
АВТОМАТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ НА ВАЛЮТНОМ РЫНКЕ.....	27
SEARCHING DARK MATTER HALOS WITH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK .....	29
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОЧИПОВ И НЕЙРОПРОЦЕССОРОВ .....	31
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА ПО МИМИКЕ ЛИЦА .....	33
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ .....	35
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ NEUROMATRIX MC127.05 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НА НЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ YOLO.....	37
СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР U-NET И FCN ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТЕКСТОВЫХ НАДПИСЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ РЕАЛЬНЫХ СЦЕН .....	40
РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЛАКОВ ТОЧЕК .....	42
ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА УСТРОЙСТВАХ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ.....	44
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАРОТАЖНЫХ КРИВЫХ.....	47
ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ YOLOV3, ВЫЧИСЛЯЕМЫХ НА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ.....	49
СОЗДАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ИЗ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ.....	51
ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ РЕЗУЛЬТАТОВ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ.....	54
ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ПАМЯТИ-ПРЕДСКАЗАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА МУЗЫКАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ .....	57
АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ЛЮДЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ .....	60
УТЕЧКА ДАННЫХ ПРИ ОБУЧЕНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	63
<b>СЕКЦИЯ 2. ЦИФРОВИЗАЦИЯ, IT И ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА</b> .....	65
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КУРСА АКЦИЙ КОМПАНИИ «ГАЗПРОМ» НА ОСНОВЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	66
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОИСКА И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПО ЗАКУПКАМ ДЛЯ СЧЕТНОЙ ПАЛАТЫ РФ.....	68
К РАЗРАБОТКЕ МОДУЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ КОРРЕКТНОСТИ ДАННЫХ ДАТЧИКОВ И ВИДЕОКАМЕР МОНИТОРИНГОВЫХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	71
МОДЕЛЬ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ .....	73
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМА ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ED25519 В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПЛАТФОРМЕ SOLANA .....	75
ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ КОНСУЛЬТАЦИЙ .....	78
ГЕНЕРАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ СОБЫТИЙ МЕТОДОМ ПСЕВДОНИМОВ .....	80
ТЕРМОНТОГРАФИЯ КАК СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕРМИНОЛОГИИ: НА ПРИМЕРЕ СОЦИОКОГНИТИВНОЙ ТЕОРИИ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ .....	82
РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ПРОФИЛЯ СТУДЕНТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ	

ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО .....	85
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ТРУДОУСТРОЙСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ И ВЫПУСКНИКОВ.....	87
НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ СЕРВЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СРАВНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БАЗЫ 1С НА РАЗЛИЧНЫХ СУБД .....	90
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	92
РАЗРАБОТКА РЕДАКТОРА МНЕМΟΣΧΕΜ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РЕКОНФИГУРАЦИИ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА .....	95
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ВУЗЕ .....	97
SMART ОБРАЗОВАНИЕ (SMART EDUCATION) КАК НОВАЯ ПАРАДИГМА ОБРАЗОВАНИЯ.....	100
РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ОНЛАЙН МЕНЮ ДЛЯ РЕСТОРАНА С ФУНКЦИЕЙ QR-КОДА .....	103
ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧАЮЩЕМ ПРОЦЕССЕ.....	105
PROGRAM FOR CHECKING THE UNIQUENESS OF THE CONTENTS OF A DOCUMENT " OFFLINE ANTIPLAGIAT" .....	107
<b>СЕКЦИЯ 3. ДИЗАЙН И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА.....</b>	<b>109</b>
ЛОГИКА, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ САЙТОВ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ НА ПРИМЕРЕ ВУЗОВСКИХ РЕСУРСОВ.....	110
ПРИЕМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСКОНТАКТНОЙ СУШКИ ЧЕЛОВЕКА В ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТАХ И ДОМА .....	113
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ ДЕТСКОГО СПАЛЬНОГО МЕСТА.....	115
ВИЗУАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КОНСПЕКТА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ВОСПРИЯТИЕ И ЗАПОМИНАНИЕ ИНФОРМАЦИИ .....	118
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ ОРТЕЗНОЙ СИСТЕМЫ.....	121
СПЕЦИФИКА КОСМИЧЕСКОГО ЭРГОДИЗАЙНА .....	123
ПРЕДПРОЕКТНЫЙ АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ МОДУЛЬНОЙ ИГРЫ.....	125
УГЛУБЛЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПСИХОЛОГИИ ДИЗАЙНА ИНТЕРФЕЙСОВ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА СПОРТИВНЫХ ЧАСОВ .....	128
РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОЛОЧЕК МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	131
ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ НОСИМЫХ ТРЕКЕРОВ ДЛЯ ИГРОВЫХ ВИДОВСПОРТА С РАЗРАБОТАННЫМ ТРЕКЕРОМ "INMOTION" .....	134
ЭРГОДИЗАЙН ПРИБОРОВ ДЛЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ .....	138
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТОРЦЕВОЙ ФРЕЗЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ВИБРОХАРАКТЕРИСТИКАМИ .....	140
ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАНУАЛЬНОЙ ЗУБНОЙ ЩЕТКИ.....	142
ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРНОЙ ГРАФИКИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА HOUDINI.....	145
ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОНИКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	148
ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОЗДАНИЕ СВЕТОДИОДНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО УКАЗАТЕЛЯ .....	150
ДИЗАЙН В ЗЕРКАЛЕ СМЫСЛА .....	153
КЛАССИФИКАЦИЯ СУВЕНИРНОЙ ПРОДУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ.....	155
ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КОЛЛАЖНОЙ ТЕХНИКИ.....	158
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ДИЗАЙН- ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	161
КОМБИНАТОРНЫЙ МЕТОД ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ МОДУЛЬНОГО КОМПЛЕКТА .....	164
ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ПЕРЕДАЧИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ СУСТРОЙСТВА НА ПРИЛОЖЕНИЕ .....	167
ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАБИНЫ ВОДИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ.....	169
ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ПРИБОРАМИ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ.....	172
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМИРУЕМАЯ МЕБЕЛЬ В МНОГОДЕТНЫХ СЕМЬЯХ .....	175



СВЕТОДИЗАЙН В ИНТЕРЬЕРЕ КАК СРЕДСТВО ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА.....	177
ТРЕБОВАНИЯ К ЭРГОНОМИКЕ ДЕЗИНФЕКТОРА ДЛЯ РУК С УЧЕТОМ РАСПОЛОЖЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТАХ.....	179
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМУ ОБЪЕКТА ДИЗАЙНА.....	183
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПОДДЕРЖКИ МОБИЛЬНОГО ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ.....	186
АНАЛИЗ ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ.....	189
ОБЗОР И АНАЛИЗ ДИЗАЙНА SUPER APP.....	191
РОЛЬ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА В ПРОЕКТИРОВАНИИ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ.....	193
ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ КОРПУСА МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	196
СЕКЦИЯ 4. ВИРТУАЛЬНАЯ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА UNREAL ENGINE 4.....	199
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПРИЕМОВ ПРОВЕДЕНИЯ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ (СЛР).....	202
СИМУЛЯЦИЯ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	204
РАСШИРЕННОЕ СОЗНАНИЕ: ДОПОЛНЕННАЯ И ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В АВТОИНДУСТРИИ.....	207
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ НАВИГАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА БАЗЕ ОТКРЫТЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	209
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ С ПРИВЯЗКОЙ ГЕОЛОКАЦИИ ПО GPS-КООРДИНАТАМ ДЛЯ ПРОДУКТОВ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ.....	212
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ СИМУЛЯЦИИ РЕАЛИСТИЧНОГО ПОВЕДЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ.....	215
<b>СЕКЦИЯ 5. ТЕХНОЛОГИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В ИНДУСТРИИ.....</b>	<b>217</b>
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ПО ПОДГОТОВКЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗНОГО АНАЛИЗА НА ЯЗЫКЕ PYTHON.....	218
РАЗГОВОРНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЧАТ-БОТЫ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ.....	220
STATISTICAL AND MACHINE LEARNING MODELS COMPARISON FOR DEMAND FORECASTING.....	222
ASSESSMENT OF CREDIT RISK BY USING BIG DATA TOOLS.....	224
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ХЕ, НА ПРОБЛЕМЫ СО СНОМ.....	226
КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ COVID-19 В РОССИИ НА ОСНОВЕ ШТРАФНОГО СПЛАЙНА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	228
STATISTICAL ANALYSIS OF THE SPARK FRAMEWORK.....	230
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРА В КАЧЕСТВЕ ПРИЗНАКА ДЛЯ МОДЕЛИ КЛАССИФИКАЦИИ ДОРОЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	232
ВАЖНОСТЬ ПРЕДИКТОРОВ ПАЦИЕНТОВ С КЛЕЩЕВЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ.....	234
ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАТЕНТНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ДИРИХЛЕ В КОНТЕКСТЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ НА РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ.....	236
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА DEEPRAVLOV ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ ИЗ МЕДИЦИНСКИХ НАБОРОВ ДАННЫХ.....	238
APPROACHES TO KNOWLEDGE EXTRACTION FROM SCIENTIFIC TEXTS.....	240
USE DIFFERENT ACOUSTIC MODEL DATA MINING METHODS, COMPARING THE RECOGNITION RESULTS ON THE SAME DATABASE.....	243
ОБНАРУЖЕНИЕ КАЛЬЦИНАТОВ В ЛЕГКИХ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ.....	245
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ДАННЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ.....	247
МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИТИКИ КАРОТАЖНЫХ КРИВЫХ С ПОМОЩЬЮ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ФРЕЙМВОРКА APACHE SPARK НА ПРИМЕРЕ КЛАССИФИКАЦИИ КРИВЫХ ПС КАРОТАЖЕЙ.....	249
COMPARING DECISION TREE AND RANDOM FOREST DATA MINING METHODS, THE IMPACT	

ON THE PREDICTION RESULTS OF BANK CUSTOMER CREDIT CLASSIFICATION .....	251
THE STATISTICAL ANALYSIS OF POSTGRADUATE ENTRANCE EXAMINATION DATA BASED ON THE SAS SOFTWARE .....	253
DATA PREPARATION OF THE TITANIC DATASET FOR TRAINING A RANDOM FOREST MODEL FOR THE PURPOSE OF SURVIVAL RATE PREDICTION .....	255
<b>СЕКЦИЯ 6. МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА.....</b>	<b>257</b>
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ НОГ ПЕШЕХОДОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLOV4 .....	258
ЛОКАЛЬНАЯ НАВИГАЦИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА МЕТОДОМ РАДИОПЕЛЕНГАЦИИ .....	261
ФИЗИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНТОВЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ .....	263
РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПЛИС ПОТОКОВОГО ПРОЦЕССОРА ОБРАБОТКИ ПРОТОКОЛА ЛОГИЧЕСКОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ .....	266
РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА УПРАВЛЕНИЯ ПАК «ШАРИК В ТРУБЕ» .....	269
МОДЕЛИРОВАНИЕ 3-Х СЕКЦИОННОЙ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ С СИСТЕМОЙ ОПОРНОГО ОБЕЗВЕШИВАНИЯ .....	271
АЛГОРИТМ ГЕНЕРАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТОЧЕК В ЗАДАЧЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ .....	273
РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА ТИПОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПО ПОКАЗАНИЯМ ТОКОВ С ДВИГАТЕЛЕЙ .....	276
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА «ОДНОСЕКЦИОННАЯ СОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ» .....	278
СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ РАБОТЫ НАИБОЛЕЕ ПОПУЛЯРНЫХ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР .....	280
РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО МОДУЛЯ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ КОКТЕЙЛЕЙ ТИПА ШОТЫ В РАМКАХ СИСТЕМЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО БАРА .....	283
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОТОРНЫХ СИСТЕМ СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА .....	285
РАЗРАБОТКА РОВЕРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТ ПЛАНЕТЫ МАРС .....	287
МОДЕРНИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ УСТАНОВКИ "РОБОТ-БАБОЧКА" .....	289
<b>СЕКЦИЯ 7. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ....</b>	<b>291</b>
APPLICATION OF AUTOMATIC THYRISTOR REACTIVE POWER COMPENSATORS IN AGRICULTURAL DISTRIBUTION NETWORKS .....	292
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛИЦЫ .....	294
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЦИФРОВОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТАВА НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ .....	296
ГЕНЕРАЦИЯ КОДА НА ОСНОВЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО КОНЕЧНОГО АВТОМАТА .....	299
АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ .....	302
AUTOMATION OF CENTRALIZED LUBRICATION SYSTEMS .....	304
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ CO <sub>2</sub> С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОГО ПИРОЛИЗА .....	306
РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОНТРОЛЛЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	309
ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДЫ НА ЖЕЗКАЗГАНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ .....	311
АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С УСТРОЙСТВ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ ПРОТОКОЛ MODBUS .....	313
НЕОБХОДИМОСТЬ ОЧИСТКИ ВИБРОСИГНАЛА ОТ ШУМОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ .....	315
РАЗРАБОТКА НАБЛЮДАТЕЛЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ДЛЯ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ .....	317
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕРАПИИ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ .....	320
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЛИВНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ РАСХОДОМЕРОВ ВОДЫ .....	323
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА БАЗЕ МАТЛАВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ ГАНТА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО	

<i>ПРОЦЕССА</i> .....	325
<i>ПОЛУЧЕНИЕ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ САУ ПОВЫШЕННОГО ПОРЯДКА ПО ПРЯМЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА</i> .....	328
<i>МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЩЕПЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА С ПОМОЩЬЮ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ</i> .....	331
<i>ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПЛАНАРНЫХ КАТУШЕК</i> .....	333
<i>ПРОБЛЕМАТИКА ПЕРЕНОСА АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ С ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА РЕАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ</i> .....	335
<i>RPA –НОВАЯ СТУПЕНЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА</i> .....	338

## **Секция 1. Искусственный интеллект и машинное обучение**

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ

*Р.У. Стативко, к.т.н., доц.,*

*Д.С. Агафонов, студент гр. ИТ-42*

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

*E-mail: agafy2000@gmail.com*

### **Введение**

Нейронные сети являются широко используемым и успешным методом обучения представлению. Нейронные сети, как следует из их названия, основаны на структуре коры головного мозга человека. Они состоят из ряда блоков, расположенных в ориентированном графе (неориентированном для машин Больцмана) посредством соединений. Устройство принимает в качестве входных данных взвешенную сумму выходных данных подключенных к нему устройств и выдает свои выходные данные, применяя к этой сумме нелинейную функцию активации — типичными такими функциями являются гиперболический тангенс и логистическая сигмоида. Модель нейронных вычислений обладает некоторыми хорошими теоретическими свойствами, и можно показать, что нейронные сети являются универсальными аппроксиматорами [1].

Нейронные сети обучаются на основе набора обучающих выборок. Обучение нейронной сети обычно выполняется с помощью стохастического градиентного спуска с вычислением градиента функции потерь (количественной оценки ошибки прогнозирования) по отношению к параметрам сети, получаемым с помощью алгоритма обратного распространения. Чтобы упростить архитектуру, к топологической структуре сетей применяются ограничения: блоки расположены слоями, причем соединения только между блоками в соседних слоях. Промежуточные слои называются скрытыми слоями. Нейронные сети, имеющие по крайней мере два (у некоторых авторов три) скрытых слоя, называются сетями глубокого обучения. Именно эта иерархическая структура предоставляет нейронным сетям возможность создавать мощные представления. Последующие слои работают с промежуточным представлением, построенным предыдущими слоями, так что внутренние представления находятся на повышенном уровне «абстракции» [2].

### **Основная часть**

Стоит отметить, что психологические исследования по обучению людей и животных были заметными источниками вдохновения при разработке парадигм машинного обучения. Машинное обучение в его общем значении автоматического извлечения знаний из опыта, кристаллизованного в данных, особенно привлекательно в секторе образования. Для этого есть две причины.

Во-первых, образовательная среда настолько сложна, что можно сделать мало предположений о распределении данных.

Во-вторых, для исследования доступны огромные объемы данных.

Полезные приложения машинного обучения в образовании включают в себя множество целей. Точный мониторинг состояния учащихся во время обучения может способствовать персонализированному, гибкому и адаптивному обучению с прямой выгодой для учащихся и повышением коэффициента удержания для поставщиков услуг. Моделирование учащихся может основываться на нескольких источниках данных, в том числе для журналов взаимодействия, черт лица и движений глаз. Применение моделей глубокого обучения к образовательным данным набрало обороты в 2015 году, когда была внедрена система прогнозирования успеваемости учащихся. Интересным преимуществом такой системы является ее способность предоставлять ранние предупреждения, чтобы учащиеся, подверженные риску, могли быть идентифицированы там, где еще есть время для корректирующих действий.

В персонализированной и адаптивной среде обучения путь обучения вместо того, чтобы быть фиксированным, постоянно адаптируется, основываясь на индивидуальных характеристиках учащегося и состоянии знаний, чтобы помочь учащимся достичь своих целей обучения в кратчайшие сроки. Персонализированные системы рекомендаций позволяют реализовать индивидуальный путь обучения для разных людей, опираясь на опыт других. Системы рекомендаций должны быть оптимизированы с точки зрения разнообразия, новизны и интенсивности взаимодействия.

В ранних системах рекомендаций фильтрация на основе контента давала рекомендации для учащегося на основе того, что в прошлом предпочитали учащиеся со схожими вкусами. Чтобы объединить учащихся со схожими предпочтениями в совместном обучении, естественно подумать об алгоритмах кластеризации, основанных на различных показателях сходства. Функции, используемые для представления учебных ресурсов, должны учитывать некоторые фундаментальные допущения. В частности, некоторые знания считаются необходимыми в плане обучения, и они должны быть включены в любой путь, связанный с этим планом [3].

На онлайн-платформах готовится и загружается большое количество упражнений для оценки степени освоения учащимися темы. Возможность находить похожие упражнения, то есть упражнения, преследующие одну и ту же цель, может существенно улучшить качество обучения. Автоматическая группировка упражнений на основе сходства вовсе не тривиальна, поскольку упражнения обычно содержат разнородные данные, такие как текст и изображения, а сходство на уровне слов — и даже на уровне понятий — может легко привести к ошибочной группировке.

В будущих разработках подсети будут либо по-прежнему сочетаться модульным способом, каждый компонент будет выделен для тех частей входных данных, которые он обрабатывает лучше всего, либо может быть разработана новая гибридная архитектура, разработанная специально для того, чтобы она изначально могла обрабатывать все данные.

### **Заключение**

Обнаружение скрытой структуры и закономерностей в данных, полученных из систем онлайн-обучения, ценно в образовании, поскольку позволяет получить более глубокое понимание и разработать очень гибкое, адаптивное и персонализированное предложение.

Сети глубокого обучения и их способность распутывать ранее непредвиденные связи — очень многообещающие инструменты в этом начинании. Выбор наиболее подходящей архитектуры глубокой сети для данной задачи по-прежнему является проблемой, требующей навыков и опыта. Основные архитектуры имеют преимущества и недостатки с точки зрения возможностей и производительности, и при выборе необходимо тщательно взвесить.

После того, как выбор сделан, следующим шагом является определение подходящих архитектурных гиперпараметров, что также требует обширных экспериментов для определения уровня индуктивного смещения, улучшающего возможности обобщения. Доступность общедоступных наборов данных для экспериментов с новыми идеями и оценки их эффективности решающим фактором для исследований в этой области. Доступные в настоящее время наборы данных для образования, например наборы данных Edx или WorldUC, являются отправной точкой, но не могут полностью покрыть требования для некоторых экспериментов. Поэтому расширение общедоступных данных приветствуется. Перспективы будущих исследований широкие и благоприятные.

### **Список использованных источников**

1. Барский А.Б. Логические нейронные сети: Учебное пособие. – М.: Бином. – 2013. – 352 с.
2. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории. – М.: РиС. – 2014. – 496 с.
3. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики. – М.: Ленанд. – 2015. – 224 с.

# ГОЛОСОВОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ЛИЦ С ОВЗ ДЛЯ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ ОЧЕРЕДЬЮ

*О.Б. Воскобойникова, старший преподаватель,  
Ю.А. Бабенко, студентка гр. 8Е81.  
Томский политехнический университет  
E-mail: yab18@tpu.ru*

## **Введение**

К категории маломобильных граждан причислены граждане с инвалидностью. Они составляют примерно 8,9 % населения, а 0,2 % из них относятся к группе населения с ограничениями по зрению. (данные Росстата РФ).

Несмотря на наличие программы «Доступная среда», положения инвалидов по зрению остаётся одним из самых затруднительных в России. Человек получает более 80 % информации посредством зрения, поэтому людям, имеющим инвалидность по зрению, приходится проходить особенно тяжёлую социальную адаптацию. Однако, современные реалии таковы, что процент улучшений либо ничтожно мал, либо не учитывает интересы самих инвалидов. В особенности это касается трудоустройства, работы социальных служб, технологического оснащения и обслуживания в бюджетных организациях. Если речь идёт об обеспечении условий для лиц с ОВЗ в сфере образования, то согласно статье 79, п. 10 федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» образовательными организациями должны быть созданы специальные условия для обучения лиц с ОВЗ [1].

Целью работы является создание алгоритма обработки голосового запроса для процедуры получения талонов в электронной очереди для слепых и слабовидящих с помощью терминала электронной очереди.

## **Описание алгоритма**

Для решения задачи голосового сопровождения лиц с ОВЗ с помощью систем управления очередями можно решить с использованием различных алгоритмов. В данной работе будет рассмотрен вариант с преобразованием речи в текст с использованием библиотеки Vosk. Данная библиотека основана на технологии Audio fingertipping [2].

Этап обработки полученного текста поделён на несколько составных частей:

1. Токенизация. В задачах обработки текстовой информации токенами принято называть смысловые единицы речи, т.е. слова. Соответственно, токенизация – это процесс разделения полученной строки данных на отдельные слова [4]. Данный шаг необходим для упрощения дальнейшей работы с текстом.

2. Определение члена предложения. На данном этапе для каждого из полученных токенов необходимо определить член предложения. Этот этап необходим в дальнейшем для построения подчинительной связи из полученных после предобработки слов. Определение члена предложения наиболее рационально производить при помощи классификаторов. Обычно для таких задач используют обученные классифицирующие модели, определяющие часть речи по словам, расположенным до и после текущего. Настоящая задача представляет сложность тем, что получаемые запросы преимущественно не содержат достаточного количества информации для такого метода. Классификацию решено осуществлять на основании отдельных частей слова (приставки, суффиксы, окончания) [3].

3. Лемматизация. В процессе лемматизации устраняется вариативность поисковых запросов с целью упрощения работы с данными для компьютера. На данном этапе решаются одновременно 2 задачи: слова с падежными окончаниями заменяются на слова в начальной форме и слова со схожим значением заменяются на определённый синоним, для которого в дальнейшем будет прописана определённая операция. Операция осуществляется на основе сравнения токена с базой данных синонимов определённых слов. В случае обнаружения данного слова, оно всегда заменяется на первое слово из базы данных.

4. Исключение лишних слов. На данном этапе удаляются все ненужные, «мусорные» слова, которые не несут полезной для задачи информации (например, при запросе «Мне надо получить справку» необходимо отсечь личное местоимение «мне» и слово «надо»). Отсечение можно проводить

на основании данных, полученных на втором этапе, т.е. исходя из предположения, что слова, относящиеся к определённым частям речи заведомо бесполезны.

Полученные после предобработки слова необходимо программно сравнить с заложенными в работу очереди операциями. Поскольку в задачах с использованием очереди количество возможных запросов и, соответственно, количество возможных слов ограничено, рациональным решением будет отказаться от побуквенного сравнения запроса с командой в очереди и работать с переменными, которым присвоены определённые строки с ключевыми словами. Следующий шаг необходим в ситуациях, когда данных для принятия решения не хватает. Все услуги ранжируются по популярности на основе данных о работе операторов, на этапе уточнения система выстраивает приоритет для услуг и предлагает пользователю наиболее вероятный запрос. В случае, если нужная услуга не названа, система предложит следующую наиболее популярную, пока не будет найдена искомая услуга. На основании полученного запроса в терминал очереди поступает определённый запрос, и пользователь получает талон.



Рис. 1. Визуализация алгоритма обработки запроса

### Инструменты для реализации алгоритма

Для реализации алгоритма будем использовать язык программирования Python и следующие библиотеки:

- Vosk (библиотека для преобразования речи в текст);
- Pyaudio (библиотека инструментов для работы со звуковой информацией, необходима на этапе преобразования речи в текст);
- NLTK (пакет библиотек и программ для символьной и статистической обработки естественного языка, написанных на языке программирования Python, используется на этапе токенизации текста);
- String (модуль для работы с файлами);
- Rumorphy (библиотека для работы с информацией, представленной на естественном языке, используется в задачах определения части речи и лемматизации).

### Заключение

Разработанный в результате выполнения работы алгоритм позволяет лицам с ОВЗ получать услуги в банках, больницах и различных муниципальных учреждениях при помощи терминала электронной очереди. Используемый подход обладает рядом следующих преимуществ:

1. Суммарное время обработки голосового запроса не будет принципиально отличаться от времени, которое тратит человек, чтобы найти в терминале необходимую услугу;



2. Не требуется больших затрат на производительные ресурсы.

Однако данный алгоритм не помогает решить некоторые проблемы. Например, задача сопровождения человека с ОВЗ после выдачи талона не решается с помощью данного алгоритма.

#### **Список использованных источников**

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения 12.02.2022)
2. Бабаринов С. Л. О распознавании речи / С. Л. Бабаринов, М. А. Будникова // Научные ведомости. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. – 2014. – № 21 (192). – 182-185 с.
3. Тарасов Д.В. Процедура машинного обучения в задаче морфологической разметки текста и определения частей речи в флективных языках / Д. В. Тарасов, Н. А. Романов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2017. – №1 (41). – 56-72 с.
4. Гречачин В.А. К вопросу о токенизации текста / В. А. Гречачин // Международный научно-исследовательский журнал – 2016. – №6 (48). – 25-27 с.

# ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ТРУДНОРАЗЛИЧИМЫХ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLO NANO

*С.И. Беляев, студент гр. 8К92*  
*Е.А. Мыцко, к.т.н., доцент ОИТ,*  
*Томский политехнический университет*  
E-mail: sib5@tpu.ru

## Введение

На сегодняшний день технологии компьютерного зрения находят применение в различных областях человеческой деятельности. Одной из главных задач компьютерного зрения является детектирование объектов. Нейронные сети являются классическим инструментом решения задач компьютерного зрения, однако одними из наиболее эффективных являются свёрточные нейронные сети [1], позволяющие выделять признаки у изображений с достаточно высокой точностью.

При разработке моделей нейронных сетей для мобильных систем (например, беспилотные летательные аппараты - БПЛА) необходимо учитывать ограниченные ресурсы (объем памяти, энергопотребление) устройств на основе таких систем. Иными словами, такие сети должны быть «компактными». Один из наиболее известных примеров реализации «компактных» моделей нейронных сетей – YOLO Nano [2]. Таким образом, целью данной работы является подготовка датасета и последующее обучение модели нейронной сети архитектуры YOLO Nano.

## Работа нейронной сети

Принадлежность модели нейронной сети к семейству YOLO означает, что все прогнозы сети выполняются за один ее проход, что значительно ускоряет работу и дает преимущество перед архитектурами, основанными на построении сети регионов. Также YOLO Nano является сверточной нейронной сетью, что подразумевает, что каждый фрагмент изображения умножается на матрицу (ядро свертки) поэлементно, а результат суммируется и записывается в аналогичную позицию выходного изображения. Оригинальная статья [2] предлагает реализацию с расширением нейронной сети на входе (416x416x12).

В качестве основы для подготовки разметки обучающей, валидационной и тестовой выборок выбран открытый датасет Stanford Drone Dataset [3], содержащий изображения людей, сделанные с БПЛА. Создание и разметка датасета были осуществлены с применением сервиса Roboflow, позволяющим упростить лейбеллинг изображений. Для обучения модели датасет был разбит на 3 части: тренировочная часть, валидационная (для настройки гиперпараметров) и тестовая части в отношении соответственно 60%, 20%, 20%.

Перед непосредственным обучением был создан config файл, который и будет реализовывать архитектуру YOLO Nano. Для обучения модели выбран фреймворк DarkNet, обычно использующийся для обучения моделей семейства YOLO. Его реализация на языке C и использование технологии CUDA позволяет добиться высокой производительности работы фреймворка. Пример результатов работы модели на тестовой выборке представлен на рисунке 1.

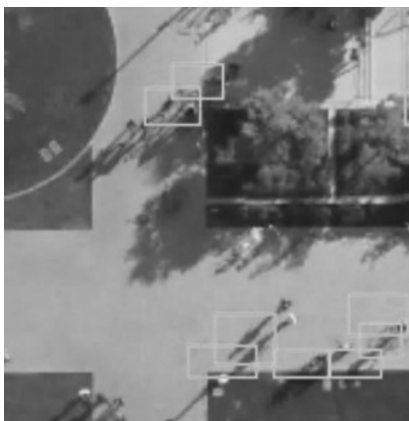


Рис. 1. Поиск фрагмента сцены в видеофайле

## Тестирование алгоритма поиска трудноразличимых объектов

Источником для создания тестовой выборки послужил тот же датасет, что и для обучающей выборки. Для тестирования нейронной сети необходимо подать на вход модели новое изображение, в результате чего объекты, имеющие необходимые признаки будут помещены в прямоугольники.

На примере верхних bounding boxes (рис. 1) можно наблюдать правильную работу классификатора. Однако в некоторых случаях, как видно на нижних прямоугольниках, классификатор вместо пешеходов срабатывает на тени, что объясняется тем, что это гораздо более простой объект для распознавания. Данный недостаток в работе классификатора можно устранить обучением модели на выборке большего размера и на датасете, на котором отсутствуют тени. В таком случае у классификатора не будет иного выбора, как выделять признаки из изображений самих пешеходов, а не их теней даже в случае тестирования нейронной сети на датасетах, подобных использованным в данной работе.

Графики метрик в зависимости от размера обучающей выборки, полученные по результатам тестирования, представлены на рисунке 2. По оси абсцисс откладывается количество batch с изображениями, на которых обучалась сеть, по оси ординат — определенная метрика точности работы сети.

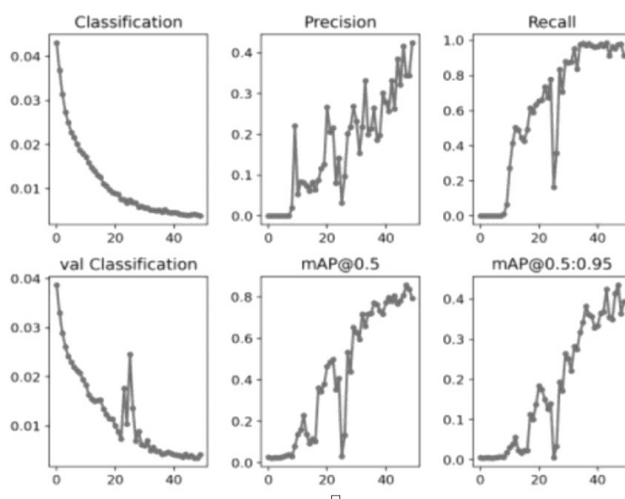


Рис. 2. Графики метрик точности обучения модели

## Заключение

По результатам проверки сети на тестовой выборке были проанализированы графики метрик. В течение обучения значение метрики precision увеличивается, так как уменьшается количество срабатываний классификатора false positive. Аналогично ведет себя метрика recall, только в ее случае уменьшается количество срабатываний false negative. Метрика classification и val classification (процент ошибок и процент ошибок на валидационной выборке соответственно) наоборот снижается. Метрика mAP, являющаяся средним значением средней точности, показывает рост на протяжении обучения и достигает 80%.

Примерно в середине процесса обучения можно наблюдать увеличение процента ошибок, что может объясняться ошибками при лейбеллинге некоторых изображений обучающей выборки.

## Список использованных источников

1. LeCun Y., Haffner P., Bottou L., Bengio Y. Object Recognition with Gradient-Based Learning. In: Shape, Contour and Grouping in Computer Vision. Lecture Notes in Computer Science. – 1999. – V.1681. – Springer, Berlin, Heidelberg.
2. Wong A., Famouri M., Shafiee M., Li F., Chwyl B., Chung J. YOLO Nano: a Highly Compact You Only Look Once Convolutional Neural Network for Object Detection. 2019 Fifth Workshop on Energy Efficient Machine Learning and Cognitive Computing. – 2019. – 22-25 p.
3. Stanford Drone Dataset [Электронный ресурс]. – URL: [https://cvgl.stanford.edu/projects/uav\\_data/](https://cvgl.stanford.edu/projects/uav_data/), свободный. (дата обращения: 24.02.2022).

# РАСПОЗНАВАНИЕ ОРБИТАЛЬНОГО УГЛОВОГО МОМЕНТА СИНТЕЗИРОВАННЫХ МАССИВОМ ВОЛОКОННЫХ ЛАЗЕРОВ ПУЧКОВ ПРИ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИИ В ТУРБУЛЕНТНОЙ АТМОСФЕРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*Е.А. Богач, магистрант гр. 0ВМ02 ТПУ, инженер ИОА им. В.Е. Зуева СО РАН,  
Е.В. Адамов, м.н.с. ИОА им. В.Е. Зуева СО РАН, инженер ТПУ,  
О.М. Гергет, д.т.н., проф. ОИТ ИШИТР ТПУ,  
Томский политехнический университет  
E-mail: eab54@tpu.ru*

## Введение

Перспектива создания мощных квантовых компьютеров ставит под угрозу существующие методы защищенной передачи информации: квантовые компьютеры способны за относительно короткое время взламывать сообщения, зашифрованные методами классической криптографии [1]. Актуальной становится задача создания методов, способных обеспечить защищенную передачу информации в условиях работы квантовых компьютеров.

Одним из решений задачи защищенной связи является организация передачи информации посредством орбитального углового (ОУМ) момента синтезированных массивом волоконных лазеров пучков, распространяющихся в атмосфере [2–4]. Турбулентность атмосферы разрушает изначально передаваемые распределение интенсивности, возникает задача распознавания ОУМ после прохождения через турбулентную атмосферу.

## Описание эксперимента и реализация нейронной сети

Данная работа является продолжением работы [3], в которую добавлено влияние на распространения структурированного пучка турбулентности атмосферы используя метод фазовых экранов [5,6]. Схема эксперимента представлена на рисунке 1.

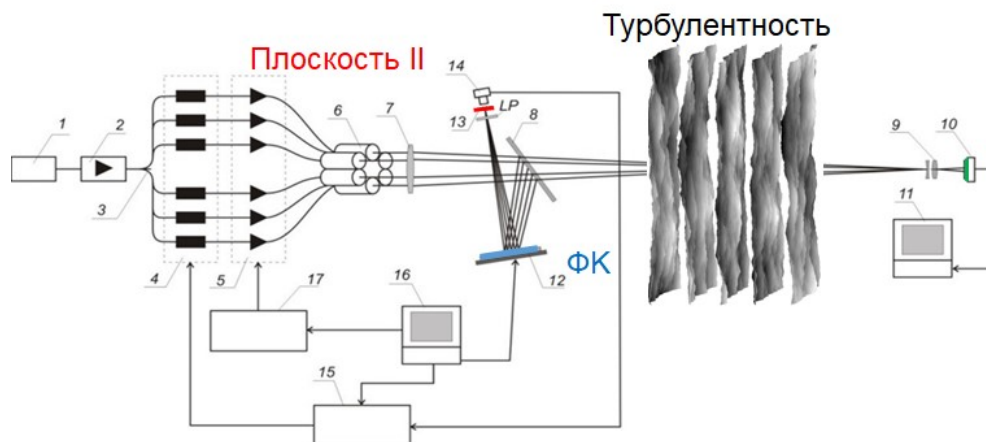


Рис. 1. Схема эксперимента: 1 – узкополосный лазер, 2 – волоконно-оптический усилитель, 3 – волоконный разветвитель 1x8, 4 – фазовые модуляторы, 5 – усилители мощности, 6 – волоконные коллиматоры, 7 – длиннофокусная линза, 8 – светоделительная пластина, 9 – коллиматор 5x, 10 – измеритель пространственных характеристик пучка, 11 – компьютер, 12 – фазовый корректор (SLM), 13 – малая диафрагма, 14 – широкополосный фотоприемник, 15 – многоканальный оптимизирующий SPGD-процессор, 16 – управляющий компьютер, 17 – контроллер усилителей мощности, LP – линейный поляризатор.

Для распознавания распределения интенсивности пучка, обладающего ОУМ и распространяющегося через турбулентную атмосферу, использована сверточная нейронная сеть [7] со следующей структурой: 4 последовательно идущих сверточных блока – 2 свертки с ядром 3×3 и функцией активации LeakyReLU [7], подвыборка с окном 2×2 и шагом 2, полносвязный слой из 128 нейронов и выходной слой. Для реализации нейронной сети использован язык программирования Python и открытая программная библиотека Tensorflow. Распознавание проводилось для ОУМ равных

0 и 1. Примеры полученных в результате моделирования изображений с учетом и без турбулентности представлены на рисунке 2.

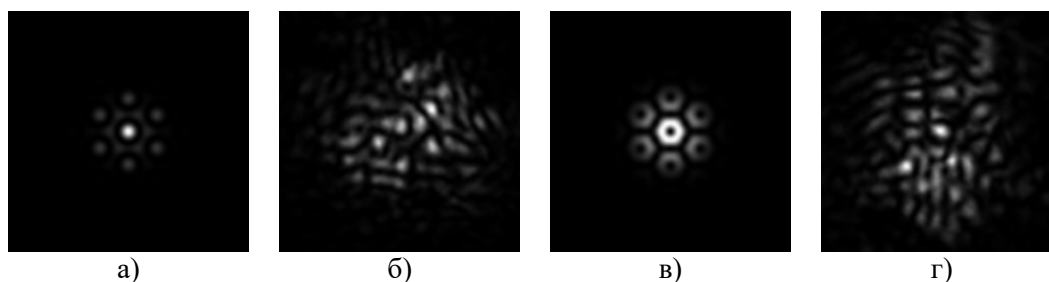


Рис. 2. Моделирование распространения электромагнитного излучения в турбулентной атмосфере: а) распределение интенсивности при ОУМ = 0 без учета турбулентности; б) распределение интенсивности при ОУМ = 0 с учетом турбулентности; в) распределение интенсивности при ОУМ = 1 без учета турбулентности; г) распределение интенсивности при ОУМ = 1 с учетом турбулентности;

На рисунке 3 представлена точность распознавания ОУМ [8] при различных значениях структурного параметра турбулентности –  $C_n^2$  [5].

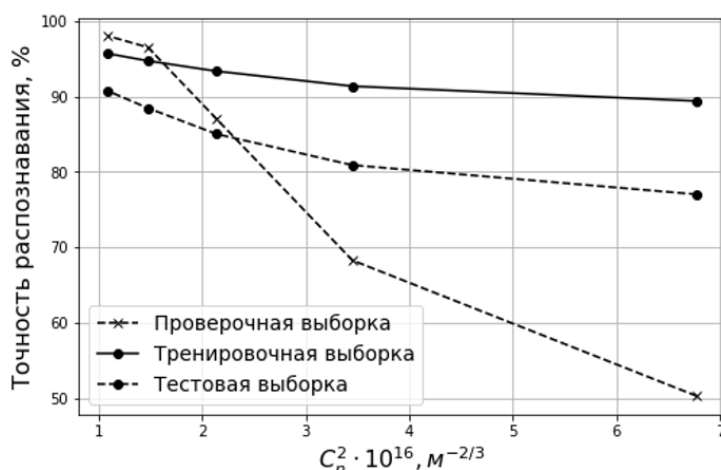


Рис. 3. Точность распознавания ОУМ при различных значениях структурного параметра турбулентности –  $C_n^2$

### Заключение

В работе представлено решение задачи распознавания распределения интенсивности пучков, синтезированных массивом волоконных лазеров, при их распространении в турбулентной атмосфере. Предложенная сверточная нейронная сеть показала высокую точность распознавания ОУМ при значениях  $C_n^2$ , лежащих в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до  $2 \cdot 10^{-16} M^{-2/3}$ .

### Список использованных источников

1. Mavroeidis V., Vishi K., Zych M. D., Jøsang A. The Impact of Quantum Computing on Present Cryptography. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2018. – V.9. – № 3. [Электронный ресурс]. – URL: [www.ijacsa.thesai.org](http://www.ijacsa.thesai.org)
2. Adamov E., Aksenov V., Dudorov V., Kolosov V., Levitskii M. Vortex beam generation by means of control of the piston shift of a fiber array using a phase forming DOE in active feedback loop. – 2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1117/12.2613693>
3. Adamov E., Aksenov V., Dudorov V., Kolosov V., Levitskii M. Phase control of an azimuthally polarized beam synthesized by an array of fiber lasers. – 2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1117/12.2613647>

4. Adamov E., Aksenov V., Atuchin V., Dudorov V., Kolosov V., Levitsky, M. Laser beam shaping based on amplitude-phase control of a fiber laser array. *OSA Continuum*, – 2021. – V.4(1), – 182 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1364/osac.413956>
5. Dudorov V., Vorontsov M., Kolosov V. Speckle-field propagation in “frozen” turbulence: brightness function approach. – 2018.
6. Aksenov V., Kolosov V., Pogutsa C. The influence of the vortex phase on the random wandering of a Laguerre-Gaussian beam propagating in a turbulent atmosphere: A numerical experiment. *Journal of Optics (United Kingdom)*. – 2013. – V.15(4). [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1088/2040-8978/15/4/044007>
7. Николенко С., Кадурич А., Архангельская Е. Глубокое обучение. – 2017. – Издательский дом «Питер».
8. Liu W., Jin M., Hao Y., Deng D., Wu R., Wei Z., Liu H. Efficient identification of orbital angular momentum modes carried by Bessel Gaussian beams in oceanic turbulence channels using convolutional neural network. *Optics Communications*. – 2021. – 498 p. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.optcom.2021.127251>

# ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ИНФОРМАЦИОННО-ПРЕОБРАЗУЮЩИХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АВИАНИКИ ПРИ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

А.С. Букирёв, курсант

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)»

E-mail: bukirev@inbox.ru

## Введение

На современном этапе развития и проектирования авиационных диагностических систем остро стоит проблема их унификации. Особенно актуальным является решение этой проблемы в интересах управления информационной избыточностью комплексов бортового оборудования (КБО), когда необходимо в минимально короткие сроки получить информацию о техническом состоянии (ТС) входящих в него измерительных устройств и систем [1]. Целью работы является оценка способности, возможности и качества адаптации интеллектуальной диагностической системы (ИДС) к внешним возмущающим воздействиям. Предлагаемая ИДС будет представлять собой стандартный крейт (платформу) в виде отдельного однопроцессорного вычислительного модуля унифицированной и открытой архитектуры, в основе функционирования которого заложены алгоритмы обработки входной информации многослойными искусственными нейронными сетями.

## Описание модели диагностической системы

Рассматривается возможность применения ИДС на примере модели барометрического контура обработки сигналов статического давления, пропорционального высоте полета ВС вычислителем воздушных сигналов (ВВС) системы воздушных сигналов (СВС), в условиях возникновения внешних возмущающих воздействий (повышение вибрации, порыв ветра, изменение температуры воздуха, электромагнитное и другие виды излучения).

Рассмотрим модель, собранную в пакете Simulink среды объектно-ориентированного программирования MATLAB, реализующую процесс преобразования сигнала статической высоты полета ВС в цифровой код, представленную на рисунке 1. Входные данные представленной на рисунке 1 модели, интегрируются (посредством блока Simulink – «switch», имеющего название «переключение на процесс тестирования (входные данные с возмущающим воздействием)») со стохастическим сигналом внешнего возмущающего воздействия и будут использоваться как данные, которые не участвуют в процессе обучения, а будут предназначены для выполнения тестирования ИДС и проверки способности ее адаптации к входным данным, не участвующим в обучающей выборке, но принадлежащие классу обучающих данных.

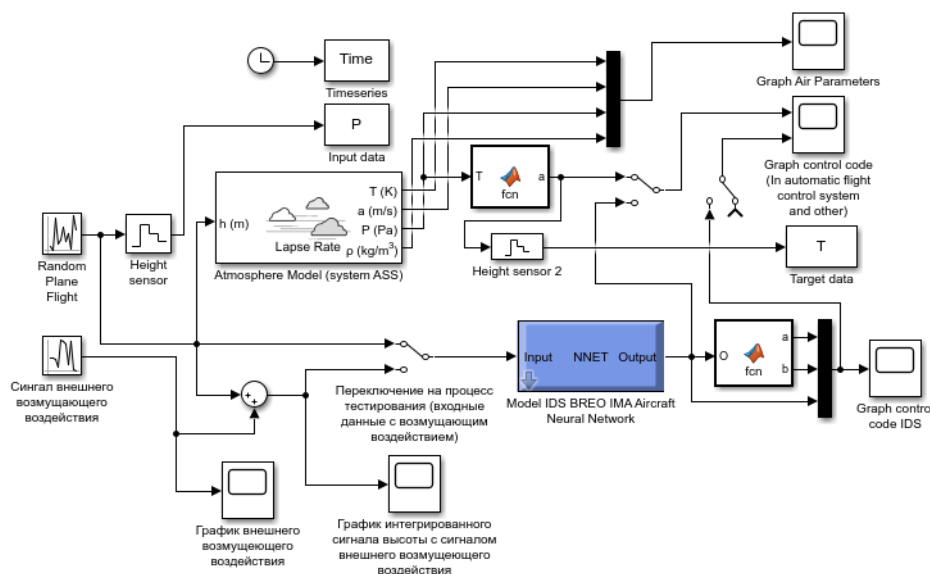


Рис. 1. Модель барометрического контура системы СВС во взаимодействии с ИДС

## Тестирование модели диагностической системы

Для запуска процесса обучения ИДС, применяется автоматическая инициализация программного кода, представленного m-файлом, и предназначенного для создания ИНС, ее обучения на основе массивов, формируемых в процессе моделирования входных и выходных данных СВС, автоматического подбора синаптических весовых коэффициентов искусственной нейронной сети, входящей в состав ИДС. Осуществляется посредством запуска процесса моделирования всей системы и предварительной загрузки последовательности m-команд в m-файл, и дальнейшей записи данного файла в окно Model Properties, StartFcn, «Load\_data». Создается двухслойная ИНС, в которой использует 1 вектор входа, имеющий допустимые границы значений [0 3000] (высота полета ВС), имеет 2 слоя с 500 нейронами в первом слое и одним нейроном во втором слое; используемые функции активации: *tansig* – в первом слое, *purelin* – во втором слое; используемая функция обучения – *trainlm* (алгоритм обучения Левенберга-Марквардта). М-функция *newff* не только создает архитектуру сети, но и инициализирует ее веса и смещения, подготавливая нейронную сеть к обучению [2].

Оценка погрешности результатов преобразования сигнала давления, эталонной моделью СВС и ИДС на пяти временных интервалах с внешним возмущающим входным воздействием, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка погрешности функционирования ИДС относительно модели СВС

Интервалы контроля	$\Delta t_{0-1}$ (0,800 с.)	$\Delta t_{1-2}$ (1,500 с.)	$\Delta t_{2-3}$ (2,500 с.)	$\Delta t_{3-4}$ (3,500 с.)	$\Delta t_{4-5}$ (4,500 с.)	$\sum_1^5 \frac{\Delta(\%)}{5}$
Эталонный код модели СВС	0,8013	1,005	0,8394	0,7699	0,7900	
Код модели ИДС без внешнего возмущающего воздействия	0,8013	1,005	0,8394	0,7699	0,7900	
Код модели ИДС с внешним возмущающим воздействием	0,8013	1,005	0,8394	0,7699	0,7900	
Отклонение $\Delta$ , (%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Вывод: ИДС полностью справляется с преобразованием входного сигнала статического давления в условный цифровой код модели системы СВС с построением условных двусторонних границ допусков функциональной зависимости как при отсутствии внешнего возмущающего воздействия, так и при его наличии (вибрации, температура, ЭМИ, порыв ветра (что влечет за собой скачкообразное изменение давления)).

## Заключение

В данной работе был рассмотрен процесс обучения и тестирования искусственной нейронной сети, являющейся программной составляющей модели перспективного направления реализации интеллектуальной диагностической системы информационно-преобразующих авиационных систем комплексов бортового оборудования, интегрированной авионики, с оценкой погрешности тестирования искусственной нейронной сети при внешних возмущающих воздействиях. Проводится имитационное моделирование вышеуказанного процесса в среде объектно-ориентированного программирования MATLAB с использованием пакета прикладных программ Simulink.

## Список использованных источников

1. Савченко А.Ю. Интеллектуальная диагностическая система / А.Ю. Савченко, А.С. Букирёв // Современное состояние и перспективы развития систем авиационного оборудования: Материалы V Межвузовской НПК курсантов и слушателей «Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина». – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2018. – 163-166 с.
2. Бураков М.В. Нейронные сети и нейроконтроллеры: учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2013. – 284 с.



# RECTAL CANCER IMAGE SEGMENTATION METHOD BASED ON U-NET NETWORK

*E.I. Gubin, PhD, Associate Professor  
Ван Юйцянь, student gr. 8ПМ0И  
Tomsk Polytechnical University  
E-mail: yuycyan1@tpu.ru*

## Introduction

Rectal cancer is one of the common digestive tract malignant tumors, and its incidence is increasing year by year. Surgery is the only way to cure rectal cancer patients, and accurate extraction of rectal cancer tumor area is an indispensable prerequisite for surgery. In order to solve the problem that the massive data of rectal cancer CT images is difficult to process and the doctor's misdiagnosis rate and missed diagnosis rate, this paper proposes a U-Net segmentation based on U-Net segmentation to accurately extract the rectal cancer tumor area, obtain the mask image, and calculate the Dice coefficient and similarity analysis to provide reference for doctors' diagnosis and surgery.

## Research methods

The U-Net network is mainly used for the segmentation of medical images. When it was proposed, it was mainly used for the detection of pulmonary nodules and the extraction of blood vessels on the fundus retina after the segmentation of the cell wall [1]. The network has excellent segmentation performance in these aspects. U-Net network is a network that can achieve end-to-end mapping, which is very suitable for image segmentation, restoration, enhancement and super-resolution. The U-Net network structure is mainly composed of convolution layer, maximum pooling layer (downsampling), deconvolution layer (upsampling) and ReLU nonlinear activation function. Its specific network structure is shown in Fig. 1.

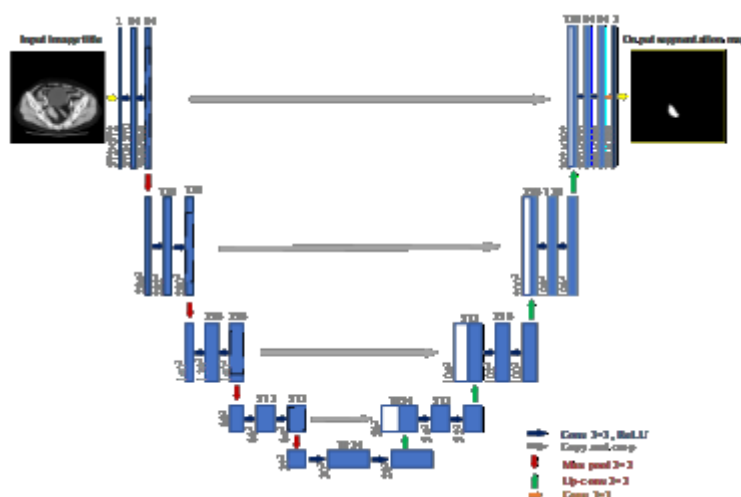


Fig. 1. U-Net structure construction.

## Results

Read training files and test files. In this study, there were a total of 107 patient data files [2]. According to the "28 theorem", the data of 86 patients is used as the training set, and the data of 21 patients is used as the test set [3,4]. The imaging data of patients with rectal tumors can be divided into two types: arterial phase and portal venous phase. The arterial phase is taken 25-30 s after the angiography injection, and the portal venous phase is taken 60 s after the angiography injection. There are differences in the strength of the area and surrounding tissue. In the actual tumor segmentation task, only the rectal tumor region needs to be segmented, so the two kinds of data are put together for training. The CT images and annotated masks of rectal tumor regions were used as data training samples for training, as shown in Fig. 2. Because CT images are serial tomographic images, some images contain rectal tumor areas and some do not. All training and testing images are uniformly sized to  $256 \times 256$  and normalized [5]. Using the control variable method, choose one of them to not use or change, carry out iterative training, get the Dice coefficient and analyze.

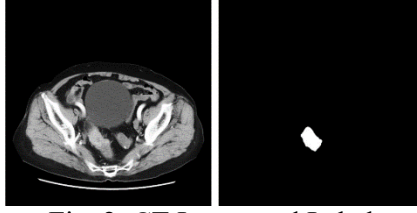


Fig. 2. CT Image and Label.

Dice distance is used to measure the similarity of two sets, and a very well-known use of Dice coefficient is the F1 value of experimental performance evaluation. The Dice coefficients are defined as follows:

$$Dice = \frac{|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

At the same time, in order to preserve the integrity of the tumor region during training, only thresholding is performed during testing, which has the best effect. After the final 200 iterations of training, the similarity of the training set reaches 85.98%, and the test set reaches 85.76%. Similarity, that is, the accuracy of segmentation reaches 85.76%, as shown in Fig. 3.

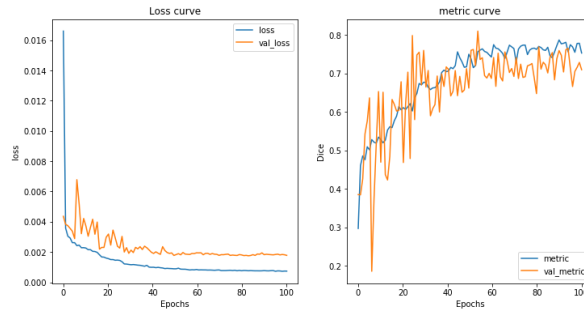


Fig. 3. During the training process, the U-Net framework is computed for training loss and Dice for rectal cancer dataset.

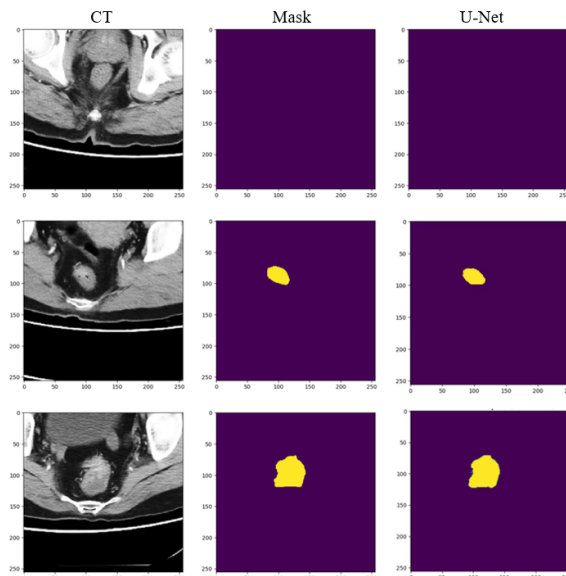


Fig. 4. Segmentation result.

In order to observe the visualization effect, three CT images in the test set were randomly selected for display. The results are shown in Figure 4. The yellow part in the figure is the segmented tumor location, and

the purple part represents the non-tumor location. It can be seen from the visualization results that the U-Net network can segment the tumor location well, indicating that the model has good segmentation performance.

## Conclusion

In this paper, an automatic tumor segmentation model based on U-Net neural network model is proposed for the tumor segmentation problem of rectal cancer patients, and the similarity of segmentation (Dice coefficient) is verified and analyzed. In this study, the segmentation of rectal cancer tumors using the U-Net network achieved an ideal state: 85.76%. This effectively solves a series of problems caused by doctors' segmentation of tumor locks with the naked eye, and realizes automatic and efficient segmentation.

## Reference

3. O. Ronneberger, P. Fischer and T. Brox, U-Net: convolutional networks for biomedical image segmentation. International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, 2015. – 234-241 p.
4. The Seventh “Teddy Cup” Data Mining Challenge Competition intelligent diagnosis of lymph node metastasis in rectal cancer, 2020. – URL: <http://www.tipdm.org/u/cms/www/201903/15214944i2k3.pdf>.
5. In machine learning, what’s the purpose of splitting data up into test sets and training sets? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.quora.com/In-machine-learning-what-s-the-purpose-of-splitting-data-up-into-test-sets-and-training-sets>
6. Train and Test Set in Python Machine Learning – How to Split. – URL: <https://data-flair.training/blogs/train-test-set-in-python-ml/>
7. Губин Е.И. Методика подготовки больших данных для прогнозного анализа. Наука и бизнес: пути развития, 2020. – № 3(105). – 33-35 с.

# КЛАССИФИКАЦИЯ МОТОРНЫХ ОБРАЗОВ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ И ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ

*А.Д. Брагин, ассистент ОИТ.,  
А.Л. Гоморов, студент гр. 8ВМ03.  
Томский политехнический университет  
E-mail: alg5@tpu.ru*

## **Введение**

Классификация моторных образов имеет множество трудностей: недостаток данных для обучения моделей, отсутствие общепринятых норм для входных параметров моделей (размер временного окна, количество электродов и т.д.), а также необходимость баланса между производительностью и точностью в случае практического применения моделей в ВСИ-системах.

Целью нашей работы являлось нахождение оптимального размера временного окна сигналов ЭЭГ, содержащих моторные образы (МО), для выбранного датасета, а также исследование влияния учёта соседних временных окон на точность классификации МО с помощью сверточных нейронных сетей и с применением метода Gramian Angular Field.

## **Описание алгоритма**

Для достижения поставленной цели была проделана следующая работа:

1. Мы загрузили данные датасета 10 испытуемых, взяв те испытания, где выполнялись моторные образы следующих действий: сжатие и разжатие левой ладони, сжатие и разжатие правой ладони, а также состояние покоя (для 3-классовой классификации).
2. Мы сформировали по 3 набора данных для обучающей и тестирующей выборок с различным размером временного окна для задач 2-х классовой классификации и 3-х классовой классификации.
3. В сформированных наборах данных мы разделили каждое испытание на 11 пересекающихся временных окон.
4. По сформированным наборам данных были созданы обучающие и тестирующие выборки с помощью применения преобразования Gramian Angular Field к полученным ранее временным последовательностям.
5. Мы обучили несколько моделей сверточных нейронных сетей с различной архитектурой для каждого рассматриваемого размера временного окна, чтобы найти его оптимальное значение.
6. После этого на модели сети, показавшей наилучшие результаты, было протестировано влияние учёта соседних временных окон на точность классификации, для чего различное количество пересекающихся временных окон испытания последовательно подавалось на вход модели нейронной сети, и решение о принадлежности класса испытания определялось усреднением решений сети.

## **Описание датасета**

В данной работе использовалась база данных MI-EEG Physionet, которая была записана разработчиками системы BCII2000 [1]. Данные MI-EEG Physionet получены с 64-х электродов в соответствии с международной системой 10-10 (исключая электроды NZ, F9, F10, FT9, FT10, A1, A2, TP9, TP10, P9 и P10).

MI-EEG Physionet содержит более 1500 одноминутных и двухминутных записей ЭЭГ от 109 различных субъектов с частотой дискретизации 160 Гц.

Каждый испытуемый выполнял четыре задания MI: сжатие и разжатие левого кулака, правого кулака, обеих кулаков и ступней. Для каждого задания MI было выполнено 21 испытание. Время начала испытания  $t = -2$  с, испытуемый расслабляется в течение 2 с. При  $t = 0$  с на экране появляется цель соответствующего моторного образа. Испытуемому давали команду на выполнение соответствующей задачи MI в течение 4 с. При  $t = 4$  с цель исчезала, и испытание заканчивалось. Временная разметка испытаний изображена на рисунке 1.



Рис. 1. Временная разметка испытания.

В данной работе для сокращения размерности данных были использованы 12 электродов (FC1-FC6 и CP1-CP6). В работе [2] показали, что сокращение с 64-х до 12 рассматриваемых электродов не способствует уменьшению точности классификации МО данного датасета.

### Gramian Angular Field

С помощью преобразования Gramian Angular Field (GAF) мы представляем временные ряды в полярной системе координат, после чего создаётся матрица Грамиана, каждый элемент которой является косинусом суммы углов векторов. Полученная матрица в результате преобразуется в двумерное изображение [3].

Первоначально значения временного ряда  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  нормализуются в интервале  $[-1; 1]$ , используя следующую формулу:

$$\hat{x}_i = \frac{(x_i - \max(X)) + (x_i - \min(X))}{\max(X) - \min(X)} \quad (1)$$

Затем нормализованные значения ряда преобразуются в полярную систему координат по следующим формулам:

$$\begin{cases} \varphi_i = \arccos(\hat{x}_i) \\ r_i = \frac{t_i}{N} \end{cases}, \quad (2)$$

где  $t_i$  – это индекс текущего элемента ряда, а  $N$  – коэффициент для регуляризации диапазона полярной системы координат.

Теперь мы можем построить GAF матрицы, тригонометрическую сумму (разницу) между каждой точкой для определения временной корреляции в различных временных интервалах (результат преобразования представлен на рисунке 2):

$$GASF = \begin{bmatrix} \cos(\varphi_1 + \varphi_1) & \cdots & \cos(\varphi_1 + \varphi_n) \\ \cos(\varphi_2 + \varphi_1) & \cdots & \cos(\varphi_2 + \varphi_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \cos(\varphi_n + \varphi_1) & \cdots & \cos(\varphi_n + \varphi_n) \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$GADF = \begin{bmatrix} \sin(\varphi_1 - \varphi_1) & \cdots & \sin(\varphi_1 - \varphi_n) \\ \sin(\varphi_2 - \varphi_1) & \cdots & \sin(\varphi_2 - \varphi_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sin(\varphi_n - \varphi_1) & \cdots & \sin(\varphi_n - \varphi_n) \end{bmatrix} \quad (4)$$

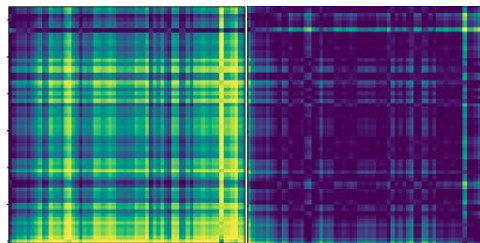


Рис. 2. Матрицы GADF (слева) и GASF (справа) ЭЭГ МО.

### Поиск оптимального размера временного окна

Поиск оптимального размера временного окна выбирался из следующих значений: 4 с., 3 с., 2 с. При этом учитываемое время испытания для каждого размера временного окна составляло соответственно [-1;4], [-1;3], [-1;2]. При этом каждое испытание делилось на 11 пересекающихся временных окон соответствующего размера, расстояние между которыми – 0.1 с. Полученные временные ряды преобразовывались в матрицы GADF и формировали обучающую и тестирующую выборки. Матрицы GASF показали меньшую точность классификации (на 10-15%), поэтому все дальнейшие результаты приведены для GADF.

Для каждого рассматриваемого размера временного окна мы обучили 3 модели свёрточной нейронной сети различной архитектуры: VGG16, VGG19, AlexNet. На вход сетей подаётся 12 двумерных изображений GADF матрицы размером 64x64, выход сетей – значение вероятности принадлежности к определённому классу МО входных данных. Все расчёты были сделаны с помощью фреймворка TensorFlow Keras.

Таблица 1. Точность классификации МО с разным размером временного окна

Размер временного окна	VGG19		VGG16		AlexNet	
	2 класса	3 класса	2 класса	3 класса	2 класса	3 класса
4 с., [-1;4]	0.7613	0.5675	0.7318	0.5279	0.7112	0.5106
3 с., [-1;3]	0.7924	0.5909	0.7754	0.5642	0.7355	0.5413
2 с., [-1;2]	0.7241	0.5301	0.7012	0.5076	0.6933	0.4947

### Учёт соседних временных окон

Для тестирования влияния учёта соседних временных окон на точность классификации различное количество (3, 5, 7, 11) подряд идущих пересекающихся временных окон испытания последовательно подавалось на вход модели нейронной сети, и решение о принадлежности класса испытания определялось усреднением решений сети. Тестирование проводилось на модели, получившей наилучший результат на прошлом этапе (VGG19 с размером временного окна 3с.).

Таблица 2. Точность классификации МО при учёте соседних временных окон

Количество учитываемых пересекающихся временных окон	VGG19 (3с., [-1;3])	
	2 класса	3 класса
3	0.8333	0.6333
5	0.8500	0.6445
7	0.8500	0.6333
11	0.8112	0.6112

### Заключение

В результате выполненной работы можно сделать вывод, что рассмотрение соседних временных окон способно повысить точность классификации МО более чем на 5%. Оптимальное количество учитываемых пересекающихся временных окон при расстоянии между ними 0.1 с. – 5 первых окон.

### Список использованных источников

1. Schalk G. A general-purpose brain-computer interface (BCI) system //IEEE Transactions on biomedical engineering. – 2004. – Т. 51. – №. 6. – С. 1034-1043.
2. Lun X. et al. A simplified CNN classification method for MI-EEG via the electrode pairs signals //Frontiers in Human Neuroscience. – 2020. – С. 338.
3. Wang Z., Oates T. Imaging time-series to improve classification and imputation //Twenty-Fourth International Joint Conference on Artificial Intelligence. – 2015.

# АВТОМАТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ НА ВАЛЮТНОМ РЫНКЕ

*А.А. Мусаев, д.т.н., проф.<sup>1</sup>,*

*А.В. Голубев, студент<sup>1</sup>,*

*Д.А. Григорьев к.ф.-м.н., доц.<sup>2</sup>,*

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (СПбГТИ(ТУ))*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)*

E-mail: gav22504015@mail.ru

## Введение

Очередным нерешенным вызовом 21 века стала проблема информационного взрыва, обусловленная экспоненциальным ростом объема генерируемой человечеством информации. Дело в том, что большинство такой информации является неструктурированной, следовательно, на ее обработку требуется достаточно много времени и человеческих ресурсов [1].

Поэтому целью нашей работы являлось написание программного обеспечения для повышения активности работы трейдеров за счет автоматического семантического анализа текста в рамках ограниченных временных ресурсов. Формальная постановка задачи приведена в [2].

## Метод

Для решения задачи автоматического анализа текста было разработано приложение на языке python с использованием библиотеки keras. Извлечением знаний из текста занимается нейросеть долгой краткосрочной памяти LSTM [3-6].

В качестве обучающей выборки для сети используются массив аналитических обзоров экспертов. Для того чтобы нейросеть могла извлекать знания из текста его необходимо предварительно привести к обработанному виду. Обработка текста включает в себя следующие этапы [7]:

1. **Удаление стоп-слов.** На первом этапе происходит избавление от «ненужных» конструкций текста. Это могут быть HTML или XML теги, предлоги, артикли и прочее.
2. **Стемматизация** представляет собой выявление корней определенных слов. Данный этап не всегда является обязательным при обработке текстов, так как иногда необходимо сохранить окончания слов.
3. **Токенизация.** На третьем этапе происходит разделение большого количество текста на более мелкие фрагменты, известные как токены.

Архитектура сети представлена на рисунке 1.

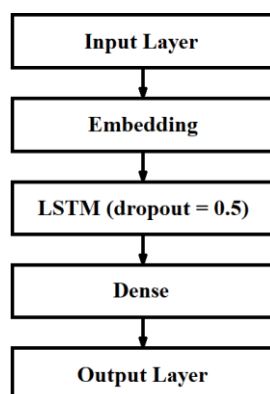


Рис. 1. Архитектура нейросети.

**Input Layer** – представляет собой вход нейросети в который направляется текст обзора после предобработки, описанной выше.

**Embedding** – слой, преобразующий индексы слов в вектора заданной размерности. Задача этого слоя — придать семантическое значение индексам, чтобы похожие слова имели близкие векторы.

**LSTM** – слой рекуррентной нейронной сети который выполняет задачу извлечения знаний из текста. С надстройкой dropout, задачей которого является предотвращение переобучения: на каждом шаге обнуляется  $p$  компонент входного вектора, где  $p$  — параметр Dropout, а  $n$  — длина вектора.

**Dense** – полносвязный нейронный слой, в котором используется сигмоидальная функция активации

**Output Layer** – слой выхода в котором находится 2 нейрона, которые хранят в себе вероятности роста и падения курса валют.

## Результаты

В качестве примера были взяты данные с сайта Instaforex в количестве 1536 аналитических обзоров из которых 1382 были использованы в качестве обучающей выборки для нейросети, а остальные 154 составили тестовую выборку. Результаты обучения нейросети представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели работы нейросети на различных аналитических обзорах

Тип выборки	Общее количество обзоров	Процент верных предсказаний, %	Количество верных предсказаний
Обучающая	1382	53.18	735
тестовая	154	51.95	80

## Заключение

В результате проведения тестирования можно сделать вывод о том, что алгоритм работает в большинстве случаев, что для таких сложных систем как биржевой рынок, является неплохим результатом. Для того чтобы увеличить эффективность алгоритма, можно увеличить количество источников новостей, и как следствие расширить обучающую выборку. Более того можно расширить нейросеть - добавить количество нейронов в скрытые слои или подобрать, имеющиеся в ней константы, связанные с обучением.

## Список использованных источников

1. Мусаев А.А., Григорьев Д.А. Обзор современных технологий извлечения знаний из текстовых сообщений // Компьютерные исследования и моделирование, 2021, т. 13, № 6, с. 1291-1315
2. Мусаев А. А., Григорьев Д. А. Формализованная постановка и краткий обзор технологий извлечения знаний из текстовых документов в задачах управления финансовыми активами //Техника и технология современных производств. – 2021. – С. 129-139.
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика – М.: Мир, 1992. – 184с.
4. Кластеризатор на основе нейронной сети Кохонена. [Электронный ресурс]. – URL: <http://mechanoid.kiev.ua/neural-net-kohonen-clusterization.html> (дата обращения 20.09.2014).
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
6. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика/ В.В. Круглов, В.В. Борисов.– М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
7. Григорьев Д.А., Голубев А.В., Шаламов Р.А. Адаптивная база данных стемминговых словоформ в задаче автоматического извлечения знаний из текстовых документов // Всероссийская научная конференция «Традиции и Инновации», посвященная 193-й годовщине образования СПбГТИ(ТУ), 2021



# SEARCHING DARK MATTER HALOS WITH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

*Kaibassova D. Zh. PhD, acting associate professor*  
*Kabdiyev A. B. M.A in physics, student of group MLaDAM*  
*Karaganda Technical University*  
Email: assetkabdiyev@gmail.com

## Introduction and background

In our universe most of the matter is dark matter and it is invisible to us. This dark matter interacts with other matter only through gravitational forces, so to detect it scientists cannot use standard methods such as telescopes, they need to use some other indirect method. One of the most common ways to detect dark matter is gravitational lensing. A gravitational lens is a distribution of matter (such as dark matter halos) between a distant light source and an observer that is able to bend the light from the source as the light travels toward the observer. Nowadays, it is slightly complicated to identify gravitational lenses without powerful computing devices and groups of scientists working together. Future surveys will have orders of magnitude more data and more lenses to find. It will become impossible for a single human being to find them by inspection. Our convolutional neural network (CNN) is making the first steps in that direction. We aim to use this neural network approach to classify whether an image contains strong gravitational lensing or not.

## Data set and algorithm description

We used Python programming language and worked in the Google Colab environment to solve the following problems. To start processing the lensing images that we will be using to train our CNN we downloaded the data from Bologna Lens factory. This data set mocks a space-based survey in one band. It contains 1000 images. The training set has 200 images. Two images with and without gravitational lensing caused by dark matter halos are indicated in Figure 1 and Figure 2 respectively.

At the beginning, we started to make our neural network by importing the necessary libraries: PIL, Random, Glob etc. In addition to Matplotlib and Numpy, we used Pytorch for all the deep learning calculations and then we imported Torchvision which contains a lot of popular data sets and models that are useful for measuring the performance of our own custom model against the previous state of the art. All data should be correctly prepared before we would start to train it. It was transformed to tensors, then we defined a class that helped us to divide data properly and select it randomly. Then data was divided into batches, the batch size was 32 units.

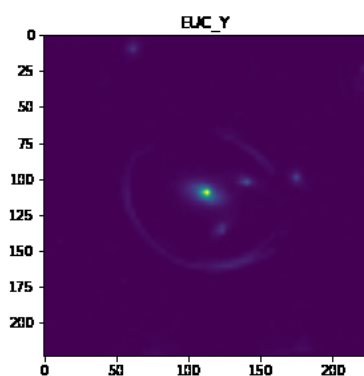


Fig. 1. d gravitational lensing

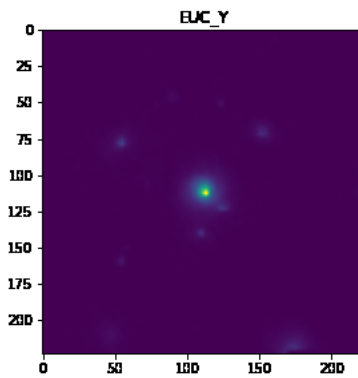


Fig. 2. not gravitational lensing

After preparing it, we constructed CNN by using Conv2D convolution layers. We had three channels but had the freedom to change this for other types of images and our image sizes were 64 by 64. After adding the first convolutional layer we started with the number of channels that are coming in and then we put the number of channels or the number of layers that we want out. The number of feature maps had a kernel size of 4, strides of 2 and padding of 1. We wanted to end up with a number of feature maps of size 32 by 32. Then we applied batch normalization and ReLU to our feature maps. In the next convolutional layer we multiplied the output by two for deeper throughout the network, all other parameters remained same. The process was iterated 5 times until getting a 1x1x1 tensor layer with output of numbers ranging from 0 to 1.

## Testing the algorithm

We chose 50 training epochs, Adam as Optimizer, BCELoss as criterion and used CUDA as parallel computing platform. Then, all data were divided into minibatches. Finally, our CNN was trained by iterating through this minibatches in training set and through minibatches in testing set. Training started with a very high loss at the beginning and it's very quickly gone down to even less than 0.1 error.

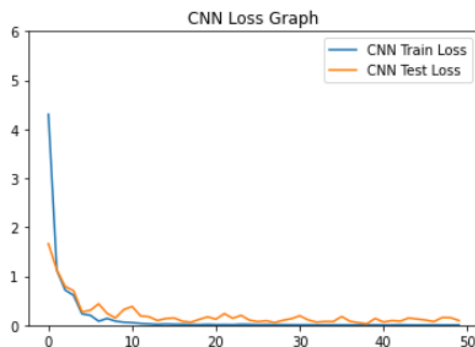


Fig. 3.

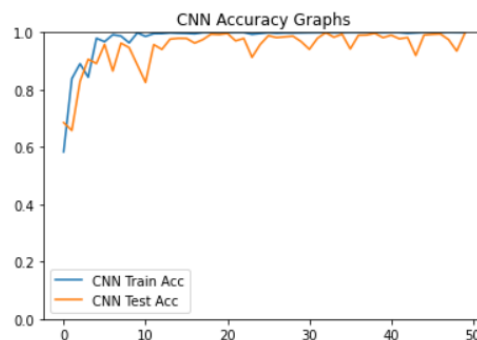


Fig. 4.

## Summary

Let's take a look at the graphs Figure 3 and 4 that we generated, the losses became very small they went below point zero one and it's fairly smooth because we had not much noise in our data, usually when data with a lot of mini-batches has a lot of noise it is very complicated to tell if there's overfitting or not. In our case maybe we have a little bit of overfitting, because of the tiny difference between train loss values and test loss values. This should be trouble with generalization but we didn't have very big dataset and this is something that you might have to deal with if your data set is limited such as the one we use here but regardless we still got pretty good losses and accuracy. For future works we are planning to use extended datasets with different types of lenses, use other types of neural networks and compare their results.

## References

1. Bernard F. Schutz (1985). A First Course in General Relativity (illustrated, herdruk ed.). Cambridge University Press. - p. 295.
2. Bertone, G.; Hooper, D.; Silk, J. (2005). "Particle dark matter: Evidence, candidates and constraints". - p. 137.
3. Seo, Jae Duk (2018). "Understanding 2D Dilated Convolution Operation with Examples in Numpy and Tensorflow with...". Medium. - p. 5.
4. Brain Tumor (2020). "Image Segmentation Using Deep Learning Techniques". - p. 95.

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОЧИПОВ И НЕЙРОПРОЦЕССОРОВ

Т. Е. Мамонова, доцент ОАР  
Г. А. Матлахов, студент гр. 8Е11  
Томский политехнический университет  
E-mail: gam11@tpu.ru

## Введение

Современные технические устройства применяют нейронные сети для решения различных задач управления, оптимизации и принятия решений в неопределённых внешних условиях. В свою очередь, нейросети с глубокой архитектурой требуют больших вычислительных мощностей. Обычные процессоры не обеспечивают достаточной работоспособности, потому что каждое ядро работает по Гарвардской модели или модели фон Неймана, где процессор и память разделены между собой. У нейропроцессоров же каждое ядро имеет собственную память, это позволяет производить параллельные вычисления. Так же неотъемлемой частью новых технологий являются нейрочипы. **Целью** предлагаемой работы является выполнение системного анализа современных нейропроцессоров различных производителей для отображения картины их последующего использования, а также описание наиболее современной модели нейрочипов.

## Нейрочипы

Это звено, соединяющее мозговую активность с нейронными сетями. Устойчивое состояние нейрочипов в живом организме дает возможность осуществлять двустороннюю передачу информации. Они позволяют управлять протезами или специальными аппаратами, упрощающими жизнь. Это дает людям с ограниченными возможностями уменьшить сложности в повседневной жизни. Самым новым и технологичным примером нейрочипов является продукт от компании Neuralink во главе с Илоном Маском, который способен передавать сигналы мозга по Bluetooth, его размеры составляют 23×8 мм, зарядка осуществляется раз в сутки с помощью индуктивной технологии, в нем 1024 электрода диаметром 0.004 мм, что позволяет осуществлять сложные операции без вреда для кровеносных сосудов мозга. [1-2]

## Нейропроцессоры

Информация об основных разработках в области нейропроцессоров различных разработчиков представлена в таблице 1. [3-5].

Таблица 1. Современные нейропроцессоры

Название	GPU	SpiNNaker	TPU	Loihi
Модель	CNN*	SNN**	CNN	SNN
Разработчик	NVIDIA, США	Университет Манчестера, Великобритания	GOOGLE, США	Intel, США
Ядра	CUDA, от $2 \cdot 10^3$ до $11 \cdot 10^3$	18	Тензорные ядра, 4096	128
Нейроны	Зависит от архитектуры нейронной сети	$16 \cdot 10^3$	Зависит от архитектуры нейронной сети	$130 \cdot 10^3$
Синапсы	Зависит от архитектуры нейронной сети	$16 \cdot 10^6$	Зависит от архитектуры нейронной сети	$130 \cdot 10^6$
Объем памяти	8 – 32 GB	128 MB SDRAM	8 GB	-
Масштабируемость	Неограниченна	Неограниченна	Неограниченна	Низкая
Мощность, Вт	Зависит от модели От 150 и более	1	40	0.37
Область применения	Видеоигры, интеллектуальные видеокамеры, обучение нейронных сетей	Нейробиология, базы данных, научные исследования, робототехника	Научные исследование, интеллектуальные видеокамеры, базы данных, обучение нейронных сетей	Обучение нейронных сетей, оптимизация систем
Плюсы	Производительность, эффективность, доступность, большая память	Устойчивость, масштабируемость, высокая скорость вычислений	Память, производительность, эффективность, доступна любым желающим	Низкое энергопотребление, оптимизация, высокая скорость

<b>Минусы</b>	Большая стоимость, энергопотребление и размеры	Низкая доступность	Большая стоимость, энергопотребление и размеры	Низкая доступность
<b>Примечание</b>	Стоимость более 329 \$		Стоимость более 1450 \$	

\* – Сверточные нейронные сети; \*\* – Спайковые нейронные сети

Таблица 1. Современные нейропроцессоры

Название	TrueNorth	Алтай	Tianjic	NeuroGrid	BrainScales
<b>Модель</b>	SNN	SNN	Hybrid***	Hybrid	Hybrid
<b>Разработчик</b>	IMB, США	«Мотив», Россия	Университет Синьхуа, Китай	Stanford, США	HBR, Гейдельбергский университет, Германия
<b>Ядра</b>	4096	256	156	16	16
<b>Нейроны</b>	$1 \cdot 10^3$	$131 \cdot 10^3$	$40 \cdot 10^3$	$65 \cdot 10^3$	512
<b>Синапсы</b>	$256 \cdot 10^6$	$67 \cdot 10^6$	-	$100 \cdot 10^3$	-
<b>Память</b>	400 MB SRAM	-	-	-	-
<b>Масштабируемость</b>	Неограниченна	Неограниченна	Неограниченна	Нет	Неограниченна
<b>Мощность, Вт</b>	0.07 – 0.1	0.5	0.32	0.15	1.3
<b>Область применения</b>	Нейробиология, научные исследования, интеллектуальные видеокамеры,	Робототехника, беспилотные аппараты, системы кибербезопасности, интеллектуальные видеокамеры	Нейробиология, научные исследования	Нейробиология, скорость, научные исследования	Вычислительная нейробиология, научные исследования
<b>Плюсы</b>	Малое энергопотребление, большая масштабируемость, высокая мощность вычислений	Малое энергопотребление, производительность, большая масштабируемость, малые размеры,	Малое энергопотребление, большая масштабируемость, нейроморфная архитектура****	Малое энергопотребление, нейроморфная архитектура	Высокая скорость, нейроморфная архитектура
<b>Минусы</b>	Низкая доступность	Малоизвестен, низкая доступность	Малоизвестно, доступность	Низкая доступность	Низкая доступность

\*\*\* – Гибридные нейронные сети; \*\*\*\* – Архитектуры для нейропроцессоров, внедряемых в голову человека

## Заключение

Развития нейропроцессоров происходит по всему миру, а их области применения растут с каждым днем, также как и их возможности. Существует множество нейропроцессоров, каждый из которых предназначен для определенного круга задач и имеет для этого необходимые характеристики. Часть из них доступны для каждого желающего, кто хочет попробовать себя в нейронных сетях, другие доступны только научным лабораториям и большим компаниям. При выборе нейропроцессоров также нужно учитывать область их последующего применения и требования к разрабатываемой системе.

## Список использованных источников

1. Нейрочип Neuralink: действительно ли мы будем вживлять гаджеты в мозг [Электронный ресурс]. URL : <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5f4ce51c9a79475172aeca28> (дата обращения: 22.02.2022)
2. Что такое Neuralink? Разбор [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/droider/blog/538742/> (дата обращения: 22.02.2022)
3. Зачем нам нужны нейронные процессоры? [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/droider/blog/508290/> (дата обращения: 22.02.2022)
4. Кратко о том, как работают нейропроцессоры на примере NM500 от NeuroMem [Электронный ресурс]. – URL: <https://tomsk.terraelectronica.ru/news/5549> (дата обращения: 20.02.2022)
5. Нейрочипы и их практическое применение. [Электронный ресурс]. – URL: <https://it-workings.ru/nejrochipy-i-ih-primenenie/> (дата обращения: 22.02.2022)
6. Самые яркие проекты по созданию нейроморфных процессоров [part 3] [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/yadro/blog/648119/> (дата обращения: 22.02.2022)
7. Импульсные нейронные сети и нейропроцессоры [Электронный ресурс]. – URL: <https://synthesis.frccsc.ru/sigmoid/seminar/s20210930.html> (дата обращения: 21.02.2022)

# ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА ПО МИМИКЕ ЛИЦА

*Л.В. Курзаева, к.п.н., доц.*

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова*

*П.Е. Морозова, студент гр.5012*

*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения*

E-mail: polinkiya@mail.ru

## **Введение**

Сегодня общество можно охарактеризовать высоким уровнем психоэмоциональных нагрузок на человека, которые непосредственно влияют на его здоровье и качество жизни. Поиск путей решения проблемы компенсации такого воздействия лежит, в том числе, в русле психофизиологии, нейроинформатики, компьютерного зрения и машинного обучения.

В рамках данной статьи описывается сравнение двух современных методов работы с изображениями, которые послужили основой для приложения «Психоэмоциональный тренажер», определяющего эмоциональное состояние человека, перенесшего инсульт, на основе его мимики, представленной на фотографиях, а также позволяющей тренировать мимические мышцы и вести мониторинг прогресса.

Целью данной работы является разработка решения для развития навыка управления мимикой и помощи в восстановлении нормальной подвижности мимических мышц после инсультов. В частности, изучение и выбор наилучшего из современных алгоритмов, решающих задачу распознавания эмоций, анализ их достоинств и недостатков.

## **Описание алгоритма**

В рамках достижения цели изучение материала сводится к задаче распознавания образов. Для ее решения уже разработаны многочисленные алгоритмы. Весьма упрощенно схему работы таких алгоритмов можно представить следующим образом: захват изображения, первичная обработка, выделение лица на изображении, выделение элементов лица, поиск контрольных точек на лице, распознавание эмоций. Для реализации алгоритма используется один из двух наиболее популярных на сегодня алгоритмов: метод Виолы-Джонса или гистограмма направленных градиентов.

Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones object detection, 2001 г.) - алгоритм обнаружения объектов на изображениях в реальном времени, имеющий множество реализаций, в том числе в составе библиотеки компьютерного зрения OpenCV (функция `cvHaarDetectObjects`). Признаки, которые применяются данным алгоритмом, используют суммирование пикселей из прямоугольных областей. Сами признаки немного напоминают несколько усложненные признаки Хаара [2].

Преимущества данного алгоритма: быстрое вычисление значений признаков, эффективный набор признаков, вместо масштабирования изображения масштабирование признаков.

Недостатки: невозможность распознать искомый объект при его повороте на 45 и более градусов, чувствительность к углу падения света, а также длительное время обучения классификаторов.

Рассмотрим еще один алгоритм, решающий задачу распознавания эмоций, - метод гистограммы направленных градиентов (Histograms of Oriented Gradients - HOG, 2005 г.). Основной идеей алгоритма является допущение, что внешний вид и форма объекта на участке изображения могут быть описаны распределением градиентов интенсивности или направлением краев. Исходное изображение делится на маленькие связные области, которые принимают за ячейки. Затем рассчитываются гистограммы направлений градиентов или направлений краев для пикселей, находящихся внутри ячейки. Для обеспечения инвариантности по отношению к освещению гистограммы подвергаются нормализации по контрасту с мерой яркости, вычисленной по большому фрагменту. Дескрипторы получаются путем комбинирования нескольких таких нормализованных гистограмм. Последним этапом в распознавании является классификация дескрипторов при помощи обучения с учителем. При обучении классификатора необходимо большое количество изображений.

Преимущества данного алгоритма: инвариантность к освещению, геометрическим и фотометрическим преобразованиям (за исключением ориентации самого объекта).

Недостатки: низкая скорость распознавания, высокая сложность обучения.

## Тестирование алгоритма

В ходе работы были реализованы оба алгоритма распознавания человеческого лица на изображении. На рисунке 1 приведены два примера, демонстрирующие различия в областях распознавания лиц на изображениях: синяя рамка – метод Виолы-Джонса, зеленая рамка– метод гистограммы направленных градиентов.



Рис. 1. Области распознавания лиц с помощью методов Виолы-Джонса и HOG.

Стоит отметить, что при визуальном анализе результатов распознавания области лица HOG, захватывает область лица с подбородком, что для изображения с лицом с поврежденной мимикой дает больше информации для дальнейшего анализа. При этом априори по данным других исследований HOG [1, 3] является более эффективным.

## Заключение

Основной целью было рассмотрение и сравнение двух алгоритмов, выбор наиболее применимого подхода к распознаванию эмоций человека после инсульта. Дополнительно изучая литературу, был сделан вывод, что применение описанного выше метода Виолы-Джонса оказалось эффективнее метода гистограммы направленных градиентов к распознаванию эмоций человека. Стоит добавить, что условием выбора данного метода является необходимость системы находить на изображении несколько вариантов частей лица, например, рта человека, при проявлении счастья, грусти, удивления. То же самое касается глаз, бровей, носа. Получается, что чем больше эмоций должна распознавать система, тем больше обученных каскадов потребуется. Это означает, что анализировать один кадр система будет долго, в зависимости от аппаратного обеспечения это может занимать несколько секунд. В связи с этим можно заключить, что данный метод хорошо работает для распознавания эмоций на изображениях.

При дальнейшем исследовании в области работы с видеопотоком стоит обратиться к изучению нейросетевого моделирования. Преимущество нейросети заключается в том, что, обладая хорошей обобщающей способностью, она работает в универсальной ситуации и выдает результат даже в плохих условиях съемки. Это можно использовать в «развлекательных» приложениях, но не подойдет для более глубокого анализа психоэмоционального состояния.

## Список использованных источников

1. Dalal N., Triggs B. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection // IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), San Diego. - 2005. - pp. 886–893. – URL: [https://lear.inrialpes.fr/pubs/2005/DT05/hog\\_cvpr2005.pdf](https://lear.inrialpes.fr/pubs/2005/DT05/hog_cvpr2005.pdf)
2. Haar A. Zur Theorie der orthogonalen Funktionensysteme // Mathematische Annalen. – 1911. – Vol. 71. – №. 1. – p. 38-53.
3. Матвеев Д.В. Разработка алгоритмов анализа аудитории для систем прикладного телевидения: диссертация ... кандидата технических наук: 05.12.04 / Матвеев Дмитрий Вячеславович; [Место защиты: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»]. - Владимир, 2016.- 117 с.

# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

*Д.Р. Мухтар, магистрант гр. 8ИИМ02  
Томский политехнический университет  
E-mail: drm7@tpu.ru*

## **Введение**

В современном мире широко распространено хранение и обмен текстовой информацией посредством мобильных устройств в виде растровых графических файлов типа JPEG, JPG и PNG. Недостатком использования графических файлов является отсутствие возможности редактирования и копирования текста для использования в других приложениях. Для получения текстовой информации из графических файлов существует множество видов программ оптического распознавания символов, однако на мобильном устройстве не всегда имеется память для их установки и использования [1].

Поэтому целью работы являлось написание программного обеспечения, которое предоставило бы возможность распознать текст из графических файлов через мессенджер Telegram.

## **Описание алгоритма**

Для решения задачи оптического распознавания символов было разработано консольное приложение, работающее на базе программной платформы .NET 6, в среде разработки Microsoft Visual Studio 2022 Professional на объектно-ориентированном языке программирования C#. Подключение и работа с сервисом Telegram осуществляется через библиотеку C# Telegram. Обработка и распознавание символов проводится с использованием технологии компьютерного зрения Microsoft Azure, обеспечивающей доступ к расширенным алгоритмам обработки изображений.

Для создания программы были получены токен и ключ подписки для Telegram. Сперва написанный бот подключается к сервису Telegram используя эти данные аутентификации. Затем с применением технологии длинных опросов, программа ожидает получения данных от сервиса Telegram. Сервис Telegram получает запрос от программного обеспечения и отправляет ответ, когда произойдет какое-либо событие, а именно будет получен файл от пользователя. Данный файл сохраняется в базе данных Telegram и к нему присваивается уникальный ключ. Затем сервис Telegram отправляет данные о файле боту, который отвечает новым запросом на получение строки с URL-адресом файла хранящимся в базе Telegram. После получения строки с URL-адресом файла, отправляется запрос содержащий данную строку на сервис Azure, в котором происходит анализ и обработка файла.

Существует множество алгоритмов оптического распознавания символов. Все алгоритмы состоят из блоков предобработки изображения, выделения признаков, распознавания символов и постобработки результатов распознавания. Сервис Azure использует внутренний алгоритм, разработанный компанией Microsoft с применением ИИ и нейронных сетей.

После того как облачный сервис Azure закончит обработку изображения, он отправляет текст в виде строк обратно боту, который в свою очередь пересылает эти данные сервису Telegram для отображения пользователю.

Пример отправки изображения показан на рисунке 1.

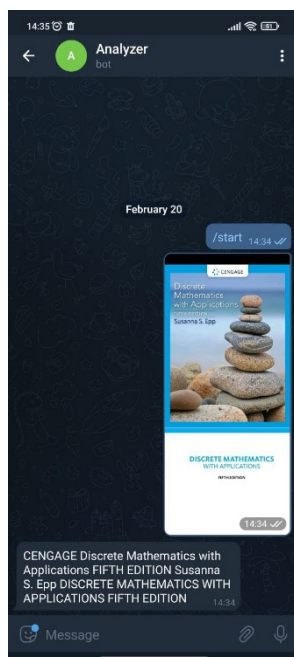


Рис. 1. Отправка изображения и получение ответа от сервиса.

Чтобы отправить файл с текстовой информацией, необходимо выбрать снимок экрана или фотографию текста и отправить его боту в мессенджере Telegram.

### Тестирование алгоритма поиска

Чтобы оценить производительность работы бота, были отправлены снимки экрана имеющие текстовую информацию с различным количеством символов. Тестирование производилось с устройства с разрешением экрана в 1080 x 2400 пикселей и при отправке изображения с количеством символов выше 4000, облачный сервис не производил обработку, что говорит о лимите на количество символов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели производительности при различном количестве символов n

№ символов на снимке	Время выполнения распознавания (миллисекунд)
n=129	2850.7 мс.
n=768	3107.9 мс.
n=1748	2985.9 мс.
n=3046	3357.0 мс.
n=3644	2861.6 мс.

### Заключение

В результате проведения тестирования можно сделать вывод о том, что разработанная система OCR является работоспособной, а скорость обработки колеблется в районе трёх миллисекунд. Тем не менее система не функционирует, когда количество символов в изображении выше 4000.

### Список использованных источников

4. Михеева Е.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности.– Проспект 2013.– 419 с.
5. Оптическое распознавание текста. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/cognitive-services/computer-vision/overview-ocr> (дата обращения 20.02.2022).
6. Приложения реального времени и Polling ,Long Polling , WebSockets, Server-Sent Events SSE, WebRTC [Электронный ресурс]. – URL: <https://intellect.icu/prilozheniya-realnogo-vremeni-i-polling-long-polling-websockets-server-sent-events-sse-webrtc-7016> (дата обращения 20.02.2022).
7. Искусственный интеллект .NET. Речь, язык и поиск .– ДМК-Пресс, 2018 г. .– 298 с



# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ NEUROMATRIX MC127.05 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НА НЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ YOLO

*С.Г. Небаба, к.т.н., старший преподаватель ИШИТР*

*С.А. Ткачёв, аспирант ИШИТР*

*Томский политехнический университет*

*E-mail: sat12@tpu.ru*

## Введение

Разработчики вычислительного модуля (ВМ) NEUROMATRIX MC127.05 позиционируют его как высокопроизводительный ускоритель при выполнении искусственных нейронных сетей, в частности, сверточных нейронных сетей (СНС), применяемых для распознавания объектов на изображениях [1]. В комплект поставки ВМ NEUROMATRIX MC127.05 входит пример СНС классической архитектуры YOLOv3 [2], предварительно обученной разработчиками (далее – предобученная СНС YOLOv3). Такая СНС позволяет решать задачи детектирования (обнаружения и локализации) объектов на изображениях. В комплект поставки ВМ также входят несколько цветных изображений из известного датасета MS COCO [3], каждое размером 416x416 пикселей.

Цель данной работы - исследовать производительность ВМ NEUROMATRIX MC127.05 при выполнении на нем СНС YOLOv3, а также провести сравнительный анализ производительности ВМ с производительностью других вычислительных устройств при вычислении этой же СНС.

## Эксперименты по оценке производительности ВМ NEUROMATRIX MC127.05

К входящим в комплект поставки ВМ NEUROMATRIX MC127.05 цветным изображениям из датасета MS COCO были добавлены цветные изображения летательных аппаратов, в том числе класса «drone», и в итоге сформирована выборка из 35 изображений. Эта выборка использовалась в качестве тестовой в экспериментах с предобученной СНС YOLOv3.

Для проведения экспериментов по оценке производительности ВМ NEUROMATRIX MC127.05 нами была обучена СНС YOLOv3 с той же архитектурой, что и у предобученной СНС. Обучение такой СНС проводилось отдельно на созданных датасетах тепловизионных и цветных изображений объектов класса «drone».

В этих датасетах объемы обучающих выборок составляли 802 тепловизионных изображения и 802 цветных изображения, каждое изображение имело размер 416x416 пикселей. Также были сформированы две тестовые выборки: 122 тепловизионных изображения и 122 цветных изображения. При обучении были получены две новые модели СНС YOLOv3 в формате Darknet, отличающиеся друг от друга весовыми коэффициентами.

В первой серии экспериментов исследовалась производительность ВМ NEUROMATRIX MC127.05 при выполнении предобученной СНС. При этом на ее вход подавались цветные изображения из описанного выше тестового набора, созданного на основе входящих в состав модуля цветных изображений. Измерялось время, затрачиваемое СНС на обработку (анализ) каждого из 35 изображений. Результаты экспериментов в виде значений минимального и максимального времени обработки одного изображения, а также значение метрики производительности ВМ NEUROMATRIX MC127.05 в виде среднего значения времени обработки (анализа) одного тестового изображения приведены в таблице 1.

Таблица 1. Производительность ВМ NEUROMATRIX MC127.05 при выполнении СНС YOLOv3

Показатель	Предобученная СНС YOLOv3 из комплекта поставки вычислительного модуля	Обученная на тепловизионных изображениях модель СНС YOLOv3	Обученная на цветных изображениях модель СНС YOLOv3
Минимальное время обработки изображения, с	0,270	0,268	0,269
Максимальное время обработки изображения, с	0,271	0,270	0,271
Среднее время обработки изображения, с	0,270	0,269	0,270

Число изображений для тестирования, шт.	35	35	35
---	----	----	----

Во второй серии экспериментов также исследовалась производительность ВМ NEUROMATRIX MC127.05, но вычисления проводились для каждой из обученных и загруженных в память модуля моделей СНС. На вход первой из них подавались тестовые изображения из датасета тепловизионных изображений объектов класса «drone», а на вход второй модели СНС – цветные изображения объектов того же класса. Измерения времени обработки проводились для каждого из тестовых изображений. Результаты экспериментов представлены в таблице 1 для каждой из моделей СНС.

### Сравнение производительности ВМ NEUROMATRIX MC127.05 с другими устройствами

С целью получения результатов для сравнительного анализа производительности ВМ NEUROMATRIX MC127.05 были проведены исследования производительности графического процессора NVIDIA Tesla K80 (видеокарта со средними вычислительными ресурсами 2014 года выпуска) и ноутбука с процессором Intel Core i5-8265U CPU (тактовая частота 1,80 ГГц) при выполнении двух обученных моделей СНС YOLOv3. Обученные модели СНС загружались в эти устройства в формате Darknet. Результаты третьей серии экспериментов по исследованию производительности этих двух устройств при выполнении на них двух обученных моделей СНС YOLOv3 приведены в таблице 2. Они получены при использовании тех же тестовых изображений, что применялись во второй серии экспериментов. Данные по пиковой производительности устройств в таблицу 2 взяты из документации, а результаты для ВМ перенесены в нее из таблицы 1.

Таблица 2. Результаты исследования производительности вычислительных устройств

Показатель	NEUROMATRIX MC127.05	NVIDIA Tesla K80	Intel Core i5-8265U
Пиковая производительность в формате одинарной точности, ГФлопс	512	8740	422
Среднее время обработки изображения, с	0,270	0,073	1,224
Потребляемая мощность, Вт	30	300	15

### Заключение

Сравнительный анализ полученных результатов по оценке производительности трех устройств при выполнении на них СНС YOLOv3 позволяет сделать следующие выводы.

1. ВМ NEUROMATRIX MC127.05 уступает по скорости обработки изображений при выполнении СНС YOLOv3 графическому процессору NVIDIA Tesla K80 в среднем в 4,2 раза.
2. По сравнению с ноутбуком с процессором Intel Core i5-8265U CPU 1,80 ГГц без графического ускорителя скорость обработки изображений при выполнении СНС YOLOv3 на ВМ NEUROMATRIX MC127.05 выше в 4,5 раза.
3. Скорость обработки изображений на ВМ NEUROMATRIX MC127.05 при выполнении СНС YOLOv3 с одной архитектурой, но с разными весовыми коэффициентами и с разными типами входных изображений практически не меняется.
4. Потребляемая мощность NEUROMATRIX MC127.05 в 10 раз меньше, чем у NVIDIA Tesla K80.

Исходя из сравнения заявленной пиковой производительности, потребляемой мощности и полученных в экспериментах значений скорости обработки изображений, можно заключить, что ВМ NEUROMATRIX MC127.05 лучше адаптирован для выполнения СНС, по крайней мере, с архитектурой YOLOv3, поскольку разница в скорости обработки изображений по сравнению с графическим процессором NVIDIA Tesla K80 не так велика, как это можно было ожидать при сравнении пиковой производительности этих устройств. Вместе с тем, узкая специализация этого ВМ и средние показатели производительности ограничивают сферу его применения в задачах компьютерного зрения.

### Список использованных источников

1. Модуль NEUROMATRIX MC127.05 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.neuromatrix.ru/directions/multimedia/12705> (дата обращения 27.02.2022).
2. YOLO: Real-Time Object Detection [Электронный ресурс]. – URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo> (дата обращения 27.02.2022).
3. MS COCO Dataset [Электронный ресурс]. – URL: <https://cocodataset.org/#home> (дата обращения 27.02.2022).

# СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР U-NET И FCN ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТЕКСТОВЫХ НАДПИСЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ РЕАЛЬНЫХ СЦЕН

*Ю.А. Иванова, к.т.н., доц. ОИТ ИШИТР,  
Гао Жэньцзе, студент гр. 8ВМ03  
Томский политехнический университет  
E-mail: zhencze2@tpu.ru*

## Введение

Детектирование текстовых надписей на изображениях реальных сцен является важной темой компьютерного зрения и часто является необходимым условием для распознавания текста. Использование модели семантической сегментации для детектирования объектов является широко используемым методом.

Целью работы является сравнение применения сверточных нейронных сетей на основе U-net и FCN для детектирования текстовых надписей на изображениях реальных сцен.

## Описание работы

Для обучения и тестирования была выбрана база данных KAIST Scene Text [1], из которой было отобрано 1025 изображений, из которых 800 использовались для обучения и 225 – для валидации. Каждому изображению соответствует маска изображения, которая используется для определения положения текста. Входными данными для сверточных нейронных сетей U-net и FCN является предварительно обработанное изображение, а выходными данными является маска изображения с сегментированными текстовыми областями. Так как размерность выходной карты равна размерности входного изображения, то прогноз может быть произведен для каждого пикселя при сохранении пространственной информации в исходном входном изображении, что позволяет классифицировать объекты на изображении с попиксельно. FCN — это так называемая «полностью сверточная нейронная сеть» [2], для лучшей производительности сегментации часть исходного FCN с понижающей дискретизацией заменена глубокой остаточной сетью Res-Net 34 [3]. Часть повышающей дискретизации инициализируется билинейным ядром свертки, и в общей сложности апсемплинг выполняется три раза.

U-net усовершенствован на основе FCN, архитектура состоит из сужающего пути для захвата контекста и симметричного расширяющегося пути, обеспечивающего точную локализацию [4]. Первая половина используется для извлечения признаков, а вторая половина – для повышения частоты дискретизации. Такая архитектура называется структурой кодер-декодер. В сверточных слоях и слоях обратной свертки используется функция активации ReLU. Выходной слой обеих сверточных нейронных сетей использует сигмовидную функцию активации. Чтобы определить производительность сети, по формуле 1 вычисляется точность:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}, \quad (1)$$

где TP (true positive) – сумма всех пикселей изображения, которые модель отнесла к положительному классу («текст») и угадала; FP (false positive) — сумма всех пикселей изображения, которые модель отнесла к положительному классу («текст») и ошиблась; TN (true negative) – сумма всех пикселей изображения, которые модель отнесла к отрицательному классу («нетекст») и угадала; FN (false negative) – сумма всех пикселей изображения, которые модель отнесла к отрицательному классу («нетекст») и ошиблась.

## Результаты работы

На рисунках 1 и 2 показаны примеры карт масок для результатов предсказания сетей FCN и U-net соответственно (слева-исходное изображение, справа-результат предсказания). Хотя эти две сети в большинстве случаев могут правильно детектировать область текста, из-за сложного и изменчивого фона изображения текста в реальной сцене, в некоторых случаях сеть считает текстом узоры стен, узоры между текстом и вывески.



Рис. 1. Примеры масок для FCN



Рис. 2. Примеры масок для U-net

## Заключение

В результате точность обучения сверточной нейронной сети FCN на этом наборе данных составляет 82,0 %, а точность теста — 79,4 %. Точность обучения сверточной нейронной сети U-net составляет 90,1 %, а точность теста — 86,8 %.

Видно, что общая производительность U-net лучше, чем у FCN, а также лучше обработка деталей изображения. В дальнейшем планируется увеличить количество изображений в наборе данных, а также попытаться сравнить и выбрать подходящие методы оптимизации изображений при предварительной обработке изображений.

## Список использованных источников

1. KAIST Scene Text Database. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.iaprtcl1.org/mediawiki/index.php/KAIST\\_Scene\\_Text\\_Database](http://www.iaprtcl1.org/mediawiki/index.php/KAIST_Scene_Text_Database) (дата обращения 01.02.2022).
2. Long, J., Shelhamer, E., Darrell, T.: Fully convolutional networks for semantic segmentation (2014), arXiv:1411.4038 [cs.CV].
3. He K, Zhang X, Ren S, et al. Deep residual learning for image recognition[C]//Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016: 770-778.
4. Ronneberger O, Fischer P, Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation[C]//International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. Springer, Cham, 2015: 234-241.

# РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЛАКОВ ТОЧЕК

*О.Д. Лешин, студент гр. 8ВМ03  
Томский политехнический университет  
E-mail: odl3@tpu.ru*

## **Введение**

Задача обработки спутниковых снимков земли задача не новая. Существует большое количество алгоритмов для получения полезных данных из такого рода информации. Однако снимки не могут показать полную картину, так как невозможно полностью оценить размер и форму объекта только по одному снимку. В лучшем случае необходимо сфотографировать объект со всех сторон. Существует и другой способ – отсканировать объект и получить его полную модель. Благодаря полученной модели объект можно рассмотреть со всех сторон в подробностях и деталях. Тоже касается и сканирования поверхности земли. При помощи LIDAR [1] сканера можно получить полную сцену помещения, отдельной улицы в городе или даже сам город целиком. После чего можно будет использовать полученные данные для обработки. К примеру, выделение или поиск объектов.

Целью данной работы является реализация нейронной сети для семантической сегментации данных ДЗЗ.

## **Наборы данных**

В данной работе использовался набор данных Hessigheim 3D [2]. В наборе представлены данные местности, в которых содержится информация о координатах точки, ее цвете, коэффициент отражения точки и класс, к которому точка относится. В наборе содержится 11 классов: деревья, крыши, транспортные средства, трава, кустарники, фасады зданий, городское оборудование, почва, печные трубы, вертикальные поверхности, непроницаемые поверхности. На рисунке 1 представлена сцена из данного набора.



Рис. 1. Сцена из набора данных

## **Описание структуры**

Реализованная модель основана на модели DGCNN [3]. Особенность данной модели в том, что она выделяет признаки из облаков точек, представленных в виде графа. Представление облака точек в виде графа представляет собой поиск центральной точки, вокруг которой находится  $k$  ближайших соседей. Из полученных данных строится вектор, который имеет вид  $(X_c, Y_c, Z_c, X_{ck} - X_c, Y_{ck} - Y_c, Y_{ck} - Z_c)$ , где  $X_c, Y_c, Z_c$  – это координаты центральной точки,  $X_{ck} - X_c, Y_{ck} - Y_c, Y_{ck} - Z_c$  – это ребра графа.

Для улучшения результата было принято решение использовать дилатационную (Atrous) свертку [4]. Дилатационная свертка позволяет увеличить поле зрения, что означает увеличение количества признаков, выделяемых в ходе обработки. К тому же, данный тип свертки аналогичен обычной свертке по вычислительным затратам. Результатом стала архитектура, показанная на рисунке 2.

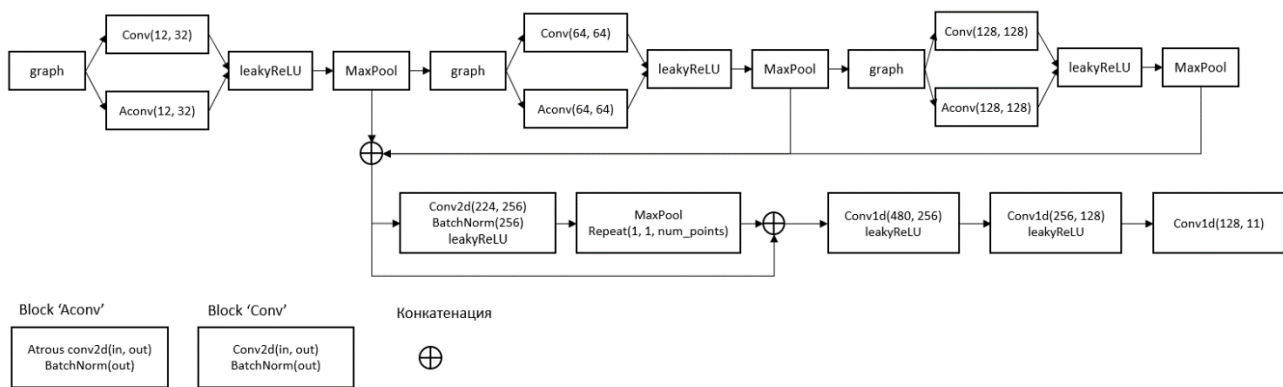


Рис. 2. Архитектура реализованной модели

## Тестирование

Для оценки точности модели использовались 2 метрики: accuracy, mean intersection over union. Метрика accuracy – это отношение верно определенных классов ко всем идеальным классам. Метрика mean intersection over union определяется отношением:

$$MIoU = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^n \frac{n_{ii}}{t + \sum_{j=1}^k n_{ij} - n_{ii}}. \quad (1)$$

Где  $k$  – общее количество классов,  $n_{ij}$   $i, j \in 1, \dots, k$ , соответственно количество точек принадлежащих классу  $i$ , и соотнесенных к классу  $j$ .  $t$  – общее количество точек, принадлежащих классу  $i$ .

По первой метрике модель демонстрирует ~81%, по второй метрике ~64%.

В таблице 1 представлена метрика intersection over union для каждого класса.

Таблица 1. Метрика intersection over union для каждого класса

Класс	Точность
Трава	0.66
Непроницаемая поверхность	0.75
Транспорт	0.0002
Городское оборудование	0.28
Крыша	0.76
Фасад	0.50
Кустарник	0.27
Дерево	0.70
Почва/гравий	0
Вертикальная поверхность	0.28
Печная труба	0

## Заключение

В результате проделанной работы была реализована нейронная сеть для семантической сегментации облаков точек с использованием слоев дилатационной свертки. Данная нейронная сеть была обучена и протестирована на наборе Hessigheim 3D и демонстрирует хорошие результаты.

## Список использованных источников

- Review on Lidar Technology / Ninad Mehendale, Srushti Neoge
- The Hessigheim 3D (H3D) Benchmark on Semantic Segmentation of High-Resolution 3D Point Clouds and Textured Meshes from UAV LiDAR and Multi-View-Stereo / Michael Kölle, Dominik Laupheimer, Stefan Schmohl, Norbert Haala, Franz Rottensteiner, Jan Dirk Wegner, Hugo Ledoux
- Dynamic Graph CNN for Learning on Point Clouds / Yue Wang, Yongbin Sun, Ziwei Liu, Sanjay E. Sarma, Michael M. Bronstein, Justin M. Solomon
- A Primer on Atrous(Dilated) and Depth-wise Separable Convolutions [Электронный ресурс] – URL: <https://towardsdatascience.com/a-primer-on-atrous-convolutions-and-depth-wise-separable-convolutions-443b106919f5> (дата обращения 20.01.2022).

# ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА УСТРОЙСТВАХ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

*В.В.Перминов, аспирант,  
Петрозаводский государственный университет  
E-mail: perminov@cs.petrus.ru*

## **Введение**

Традиционный сценарий применения нейронных сетей на устройствах интернета вещей (англ. IoT) предполагает обучение нейронной сети на высокопроизводительном оборудовании и последующее развёртывание на IoT-устройстве, где нейронная сеть используется только для обработки информации («инференс», от англ. inference). Однако, в некоторых приложениях может быть востребована возможность обучения нейронной сети непосредственно на самом устройстве. Обучение на устройстве обеспечивает более высокий уровень автономности, конфиденциальности и безопасности данных [1]. Однако, IoT-устройства, как правило, имеют ограниченные вычислительные ресурсы, недостаточные для полноценного обучения современных глубоких нейронных сетей [2]. В то же время, особый интерес представляют нейроускорители, специализированные для быстрого и эффективного инференса. Однако такие устройства изначально спроектированы и оптимизированы только для инференса и не поддерживают функцию обучения нейронных сетей [3].

Решением данной проблемы может быть применение трансферного обучения (англ. transfer learning), предполагающего адаптацию предобученной нейронной сети для решения новой задачи путём обучения только части нейронной сети [4]. Такой подход позволяет снизить требования к вычислительным мощностям и объёмам памяти, а также достичь более высоких показателей качества решения задачи при малых объёмах обучающих данных. В то же время, вычислительные платформы на базе нейроускорителей, как правило, имеют в своём составе центральный процессор (CPU, от англ. «central processor unit»), предназначенный для управления системой. Это в свою очередь позволяет реализовать трансферное обучение, в котором обучаемая часть нейронной сети может обучаться на CPU, в то время как необучаемая часть будет эффективно вычисляться на нейроускорителе. В частности, такой подход реализован для нейроускорителя Google Coral Edge TPU в библиотеке PyCoral.

Целью данной работы является разработка технологии программирования нейроускорителя Kendryte K210, обеспечивающей возможность трансферного обучения непосредственно на устройстве. Преимуществом нейроускорителя Kendryte K210 в сравнении с аналогами является низкая стоимость и энергопотребление, а также интеграция центрального процессора, нейроускорителя и периферийных интерфейсов на одном кристалле, что обеспечивает компактные размеры и позволяет создавать функционально законченные устройства на базе одного чипа. Однако инструменты разработки, предоставляемые производителем аппаратной платформы, не поддерживают функций обучения нейронных сетей на устройстве.

## **Описание технологии программирования**

Для реализации трансферного обучения на нейроускорителе Kendryte K210 была предложена технология программирования, включающая в себя следующие шаги:

1. разработка и предварительное обучение нейронной сети;
2. разделение нейронной сети на обучаемую и необучаемую части;
3. конвертация необучаемой части в формат, поддерживаемый аппаратным блоком вычисления нейросетей нейроускорителя Kendryte K210;
4. конвертация обучаемой части в формат, поддерживающий обучение на CPU;
5. объединение необучаемой и обучаемой части в один файл;
6. развёртывание полученной комбинированной нейронной сети на целевой платформе.

Шаги 1-5 выполняются на рабочей станции, высокопроизводительном сервере или кластере. Разработка и предварительное обучение нейронной сети выполняется при помощи библиотек Keras и TensorFlow. Для автоматизации шагов 3-5 был разработан конвертер нейронных сетей. Для конвертации необучаемой части нейронной сети была использована утилита nncase. Для обучаемой части нейронной сети была выбрана библиотека Learning-Lab-C-Library ввиду отсутствия в ней



внешних зависимостей и, как следствие, простоты адаптации к платформе Kendryte K210. Для развёртывания комбинированной нейронной сети на платформе Kendryte K210 была разработана библиотека, предоставляющая прикладному программисту функции для обработки данных нейронной сетью и для обучения нейронной сети. Данная библиотека является надстройкой над интерпретатором pncase и библиотекой Learning-Lab-C-Library, обеспечивая взаимодействие двух частей нейронной сети.

### **Исследование применения технологии к задаче классификации изображений**

Было исследовано применение разработанной технологии к задаче классификации изображений на примере задачи определения свежести фруктов. Был использован набор данных «Fruits fresh and rotten for classification» (<https://www.kaggle.com/sriramr/fruits-fresh-and-rotten-forclassification>), содержащий 10901 изображение в обучающей выборке и 2698 в тестовой. Была использована нейронная сеть MobileNet из библиотеки Keras, предобученная на наборе данных ImageNet. Размер входного изображения был выбран равным 320x240 пикселей, коэффициент расширения — 0,5, последний полносвязный слой был заменён слоем из одного нейрона, определяющего свежесть фрукта на изображении: 0 — свежий, 1 — гнилой. В необучаемую часть была включена вся последовательность слоёв свёртки, в то время как для последнего полносвязного слоя была оставлена возможность обучения.

Поскольку в реальных условиях при использовании обучения непосредственно на устройстве не предполагается сбора большого количества обучающих данных ввиду высоких трудозатрат, нейронная сеть была обучена на 100 случайно выбранных примерах из обучающей выборки. Обучение было выполнено непосредственно на платформе Kendryte K210, при этом изображения и целевые метки принадлежности к классу передавались на Kendryte K210 с рабочей станции. Был использован метод стохастического градиентного спуска со скоростью обучения 0.001, моментом 0.9, размером мини-пакета 1 и количеством эпох обучения 200. Активации необучаемой части нейросети на обучающей выборке, являющиеся входными данными обучаемой части, были вычислены перед началом процесса обучения. Обучение нейронной сети на Kendryte K210 заняло 17 секунд, при этом была достигнута точность на тестовой выборке 85,72%. Время инференса необучаемой части составило 72750 мкс, обучаемой — 340 мкс, что позволяет выполнять анализ изображений в режиме реального времени. Для валидации разработанных программных инструментов аналогичный процесс обучения был воспроизведён на рабочей станции средствами библиотеки TensorFlow. В данном случае была получена точность на тестовой выборке 84,66%, что подтверждает корректность функционирования разработанных программных инструментов.

### **Заключение**

Разработанная технология обеспечивает точность нейронной сети на уровне современных инструментов обучения нейронных сетей, при этом позволяет выполнять трансферное обучение нейронных сетей непосредственно на миниатюрном низкопотребляющем IoT-устройстве. Данная технология может найти применение при разработке систем видеонаблюдения, визуальной инспекции, сортировки сырья и продукции, поддерживающих возможность обучения или дообучения непосредственно на месте эксплуатации без использования дополнительных средств. Также возможно применение разработанной технологии для задач анализа акустических и электромагнитных сигналов, сигналов инерциальных датчиков. Однако, необходимо учитывать, что точность методов глубокого обучения напрямую зависит от объёма и вариативности обучающих данных. Без контролируемого экспертами обучения и валидации модели на большом наборе данных, сфера применения данного метода ограничивается приложениями, в которых ошибки нейронной сети не приводят к критическим последствиям.

### **Список использованных источников**

1. Dhar S. et al. A survey of on-device machine learning: An algorithms and learning theory perspective // ACM Transactions on Internet of Things. – 2021. – Т. 2. – №. 3. – С. 1-49.
2. Perminov V., Ermakov V., Korzun D. Edge computing opportunities for vibration diagnostics of rotary machinery using neural network approach // Proceedings of the 26th Conference of Open Innovations Association FRUCT. ACM Section. - Finland, 2020. - P.695-697.

3. Канглер В. М., Панченко В. М. Нейроморфный чип "Алтай", ориентированный на применение в системах технического зрения, РТК и беспилотных транспортных средствах // Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта: труды семинара, Иннополис, 22–23 сентября 2016 года / Российская ассоциация искусственного интеллекта. – Иннополис: Издательство "Перо", 2016. – С. 169-181.
4. Ribani R., Marengoni M. A survey of transfer learning for convolutional neural networks //2019 32nd SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images Tutorials (SIBGRAPI-T). – IEEE, 2019. – С. 47-57.

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАРОТАЖНЫХ КРИВЫХ

*М.А. Сальников, инженер ОИТ ИШИТР,  
Н.К. Вальман  
Томский политехнический университет  
E-mail: mas55@tpu.ru*

## Введение

В настоящее время растет потребность в системах, способных не только выполнять однажды запрограммированную последовательность действий над заранее определенными данными, но и самостоятельно анализировать вновь полученную информацию, находить в ней закономерности, делать прогнозы и т.д. В этой области применения наилучшим образом зарекомендовали себя методы машинного обучения [1].

Целью данной работы является провести глубокую аналитику применимости методов машинного обучения в задаче восстановления каротажей нефтегазовых скважин на основании результатов других исследований на скважине [2]. Эксперимент был построен вокруг восстановления плотностного гамма-гамма каротажа, далее RHOV. Ценность данного подхода заключается в экономии средств на проведении геофизических исследований скважин, так как это является дорогостоящей операцией. Так же применить данные алгоритмы можно для восстановления ряда каротажных кривых в случае потери их из-за неполадок техники или человеческого фактора.

## Описание алгоритма и процесс работы

Задачей работы стало определение наименований каротажей которые следует использовать при восстановлении RHOV, определение оптимального количества этих каротажей, а так же определение оптимальной архитектуры модели машинного обучения в применении к конкретно этой задаче [4]. Для выполнения первых двух задач был применен корреляционный анализ, результаты которого можно увидеть на рисунке 1. Итоговый выбор велся на основании двух критериев: физическая природа каротажа и степень его скоррелированности с RHOV. В итоге было решено провести 2 типа вычислительных экспериментов: с применением 8 и 5 признаков. Так в случае с 5 признаками были использованы RMED, RDEP, GR, PEF, SP каротажы, а в случае с 8 признаками к ним добавились еще и DRHO, LITHOLOGY, CONFIDENCE.

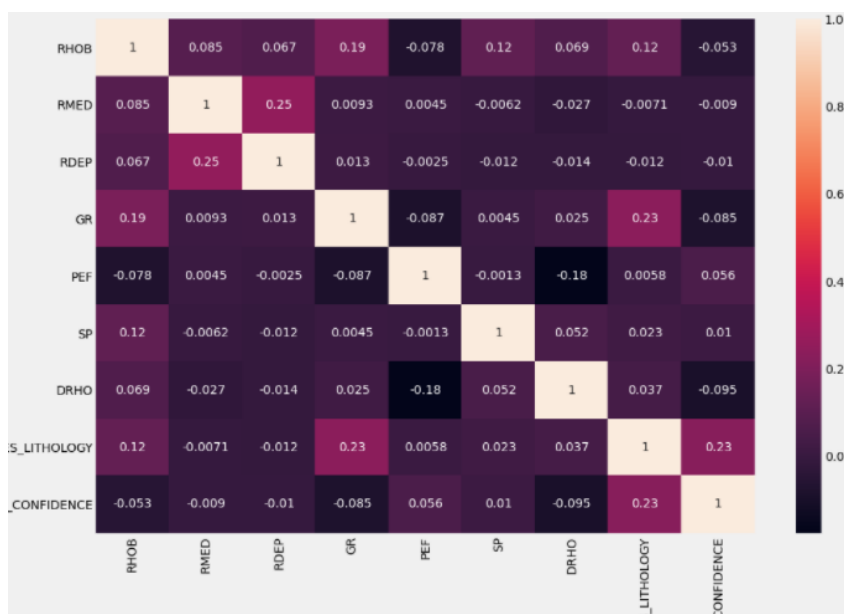


Рис. 1. Корреляционная матрица после фильтрации коррелированных значений для прогнозирования по 8 логарифмическим кривым.

Формирование массива данных для применения их в процессе обучения происходило с применением скользящего окна по каждой из выбранных кривых [5]. Так как часто значения могли быть близки и не нести качественной информации, а лишь “раздуть” итоговый датасет, было решено снова поставить два типа вычислительных экспериментов. В первом случае модели обучались на исходном датасете, то есть в исходном метрическом пространстве. Во втором случае было решено применить метод снижения размерности PCA (метод главных компонент). В результате было сохранено более 90% исходной дисперсии изначальной выборки, что можно считать качественным результатом [3]. Для нормализации данных применялся MinMaxScaler.

В качестве моделей машинного обучения было выбрано два зарекомендовавших себя метода: Random Forest и нейронная сеть. В качестве методов регуляризации в нейронных сетях было применено две методики: BatchNormalization и Dropout. Таким образом в общей сложности было обучено 12 моделей. Аналитика по их качеству представлена в таблице 1. Оценка алгоритмов производилась посредством среднего квадратичного отклонения.

Таблица 1. Сравнение качества результирующих моделей на основании MSE

Модель	Пространство	Регуляризация	Количество признаков	MSE на обучающей выборке	MSE на тестовой выборке
Random Forest	Исходное		5	0,149	0,149
			8	0,147	0,148
	PCA		5	0,169	0,170
			8	0,212	0,212
Нейронная сеть	Исходное	BatchNormalization	5	0,14699	0,148
			8	0,136	0,138
		Dropout	5	0,405	0,406
			8	0,264	0,264
	PCA	BatchNormalization	5	0,158	0,159
			8	0,218	0,218
		Dropout	5	0,180	0,181
			8	0,451	0,452

### Заключение

В результате проведения тестирования можно сделать вывод о том, что алгоритмы являются работоспособными. Лучшим алгоритмом оказалось классическая нейронная сеть, в исходном метрическом пространстве с применением метода регуляризации BatchNormalization обученная с применением 8 признаков. Что выглядит логичным. Тем не менее можно заметить незначительную разницу между качеством нейронной сети и Random Forest при обучении на 5 признаках, при ощутимой разнице в трудоемкости и скорости обучения каждого из алгоритмов. Поэтому Random Forest вполне может выступать альтернативой применению нейронных сетей при недостатке данных. Применение PCA не оправдало себя. При его применении качество моделей ощутимо снижалось.

### Список использованных источников

1. Шмидхубер, Дж. (1992). Алгоритм обучения временной сложности хранилища фиксированного размера для полностью повторяющихся непрерывно работающих сетей. Нейронные вычисления, 4(2), 243-248 с.
2. Шривастава Р. К., Грефф К. и Шмидхубер Дж. (2015). Сети автомобильных дорог. архив препринт arXiv: 1505.00387
3. Уильямс, Р. Дж., и Пэн, Дж. (1990). Эффективный алгоритм на основе градиента для онлайн-обучения рекуррентных сетевых траекторий. Нейронные вычисления, 2 (4), 490-501 с.
4. Уильямс, Р. Дж., и Зипсер, Д. (1995). Алгоритмы обучения на основе градиента для рекуррентных. Обратное распространение: теория, архитектура и приложения, 433 с.
5. Чжан, Д., Юньтянь, С. Н. Е. N., и Цзинь, М. Е. N. G. (2018). Генерация синтетических журналов скважин с помощью рекуррентных нейронных сетей. Разведка и разработка нефти, 45(4), 629-639 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ YOLOv3, ВЫЧИСЛЯЕМЫХ НА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

*С.Г. Небаба, к.т.н., старший преподаватель ИШИТР*

*С.А. Ткачёв, аспирант ИШИТР*

*Томский политехнический университет*

E-mail: sat12@tpu.ru

## **Введение**

Разработчики вычислительного модуля (BM) NEUROMATRIX MC127.05 позиционируют его как высокопроизводительный ускоритель при выполнении искусственных нейронных сетей [1]. В частности, его применяют при вычислении сверточных нейронных сетей (СНС), применяемых для распознавания объектов на изображениях. BM NEUROMATRIX MC127.05 включает пример предобученной и реализованной в BM классической СНС YOLOv3 (далее – предобученная СНС YOLOv3) [2]. Эта СНС обучена на одном из известных датасетов MS COCO [3] и способна, по мнению разработчиков, распознавать объекты 80 различных классов (самолеты, люди, машины, животные и т.д.) на цветных изображениях.

В работе поставлена и решена задача исследования точности детектирования объектов на изображениях с помощью СНС YOLOv3 в случаях реализации этой СНС на BM NEUROMATRIX MC127.05 и на другом высокопроизводительном вычислительном устройстве – графическом процессоре NVIDIA Tesla K80.

## **Эксперименты по оценке точности детектирования объектов с помощью СНС YOLOv3**

При проведении исследований в качестве метрики для оценки точности детектирования объектов на изображениях использовалась известная метрика mean Average Precision (mAP), т.е. среднее значение от метрики AP. В качестве изображений при обучении и тестировании СНС во всех экспериментах использовались изображения размером 416x416 пикселей. При обучении и тестировании были задействованы как RGB изображения, так и изображения, полученные в инфракрасном (ИК) диапазоне длин волн (тепловизионные изображения) для оценки влияния спектра изображений обучающей и тестовой выборок на точность детектирования объектов с помощью СНС.

Для проведения экспериментов по оценке точности детектирования объектов на изображениях с помощью СНС YOLOv3 на BM NEUROMATRIX MC127.05 была обучена СНС YOLOv3 с той же архитектурой, что и у предобученной СНС. Обучение такой СНС проводилось отдельно на созданных датасетах тепловизионных и цветных изображений объектов класса «drone».

В этих датасетах объемы обучающих выборок составляли 802 тепловизионных изображения и 802 цветных изображения, каждое изображение имело размер 416x416 пикселей. Также были сформированы две тестовые выборки: 122 тепловизионных изображения и 122 цветных изображения. При обучении были получены две новые модели СНС YOLOv3 в формате Darknet, отличающиеся друг от друга весовыми коэффициентами.

Первая серия экспериментов по оценке точности детектирования объектов на изображениях проводилась с предобученной СНС YOLOv3. Сначала в качестве входных изображений использовалась тестовая выборка из 35 цветных изображений, основанная на нескольких изображениях из датасета MS COCO, и описанная выше. Эксперименты с предобученной СНС показали, что не все мелкие объекты корректно распознаются на цветных изображениях, даже если они входят в перечисленные выше классы датасета MS COCO. Далее проводились эксперименты с этой же СНС при использовании 35 тепловизионных изображений из сформированного тестового набора изображений объектов класса «drone». Результаты всех этих экспериментов в виде полученных значений метрики mAP представлены в таблице 1.

Вторая серия экспериментов по оценке точности детектирования объектов на изображениях с помощью первой и второй обученных моделей СНС YOLOv3 проводилась на графическом процессоре NVIDIA Tesla K80. Для тестирования первой модели СНС использовались 122 тепловизионных изображения, а для тестирования второй модели СНС – 122 цветных изображения, образующих тестовые выборки в подготовленных датасетах. Результаты экспериментов – в таблице 1.

Для проведения третьей серии экспериментов по оценке точности детектирования объектов на изображениях каждая из этих обученных моделей СНС была загружена в память ВМ NEUROMATRIX MC127.05. Для тестирования первой модели СНС использовались те же, что и во второй серии экспериментов 122 тепловизионных изображения, а для тестирования второй модели СНС – 122 цветных изображения. Результаты экспериментов – в таблице 1.

Таблица 1. Точность детектирования объектов на изображениях

Показатель	Точность детектирования объектов на цветных изображениях, mAP, %	Точность детектирования объектов на тепловизионных изображениях, mAP, %	Тестовая выборка, шт. цветных изображений	Тестовая выборка, шт. тепловизионных изображений
Предобученная СНС YOLOv3 из комплекта поставки ВМ	34,2	7,1	35	35
Обученная на тепловизионных изображениях модель СНС YOLOv3, тестирование на графическом процессоре	-	99,5	-	122
Обученная на цветных изображениях СНС YOLOv3, тестирование на графическом процессоре	73,5	-	122	-

### Заключение

Сравнительный анализ всех полученных результатов экспериментов по оценке точности детектирования объектов на изображениях позволил сделать следующие выводы:

1. Предобученная СНС YOLOv3 от разработчиков ВМ NEUROMATRIX MC127.05 показывает невысокую точность (mAP=34,2%) детектирования объектов на цветных изображениях и показывает крайне низкую точность (mAP=7,1%) на тепловизионных изображениях – она ожидаема, поскольку разработчики ВМ не проводили обучение этой СНС на таких изображениях.

2. При оценке точности детектирования объектов на изображениях на графическом процессоре NVIDIA Tesla K80 с помощью первой и второй обученных моделей СНС YOLOv3 получено, что первая обученная на тепловизионных изображениях модель СНС показала точность 99,5% по метрике mAP для объектов одного класса («drone»), а вторая модель СНС – 73,5% на цветных изображениях объектов этого же класса. При детектировании объектов одного класса – это высокие результаты, значительно превосходящие результаты по точности детектирования, полученные с помощью предобученной СНС с той же архитектурой YOLOv3. Точность детектирования объектов на тепловизионных изображениях выше из-за того, что фон у ряда цветных изображений весьма неоднородный и в некоторых случаях может восприниматься СНС как дополнительные объекты.

3. Исследование точности детектирования объектов на изображениях с помощью первой и второй обученных моделей СНС YOLOv3 при выполнении их на ВМ NEUROMATRIX MC127.05 дало отрицательные результаты (ни одного корректного детектирования). Наиболее вероятным объяснением является то, что информации по настройке СНС, представленной в руководстве пользователя от разработчиков, недостаточно для самостоятельной адаптации обученных СНС и включения их в ВМ.

### Список использованных источников

1. NEUROMATRIX MC127.05 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.neuromatrix.ru/directions/multimedia/12705> (дата обращения 27.02.2022).
2. YOLO: Real-Time Object Detection [Электронный ресурс]. – URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo> (дата обращения 27.02.2022).
3. MS COCO Dataset [Электронный ресурс]. – URL: <https://cocodataset.org/#home> (дата обращения 27.02.2022).

# СОЗДАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ИЗ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

*Ю.А. Иванова, к.т.н., доц.,  
М.А. Хайров\*, студент гр. 8ВМ03  
Томский политехнический университет  
E-mail: mah9@tpu.ru*

## **Введение**

Исследование научной литературы является достаточно долгим и трудоёмким процессом. К тому же, всегда есть риск оставить без внимания тот или иной аспект исследуемого объекта. Исходя из сказанного, появляется спрос на автоматизацию процесса научного поиска и написание научной статьи.

Целью данной работы является создание базы знаний для системы умного научного поиска с возможностью генерации обзорной научной статьи с построением рисунков, таблиц, химических и математических формул по ключевым словам.

## **Описание алгоритма**

Разработку системы умного поиска можно разделить на четыре крупных этапа:

1. разработка системы извлечения данных из научных статей;
2. создание базы знаний;
3. разработка алгоритмов генерации обзорных научных статей;
4. создание веб-сервиса.

В данной работе будут рассматриваться результаты первого и второго этапов. Здесь возникли следующие задачи:

1. извлечение текстовой информации научных статей;
2. извлечение нетекстовой информации.

Под «текстовой информацией» подразумеваются заголовки, абзацы, аффилиация, ссылки и контакты.

Под «нетекстовой информацией» подразумеваются рисунки, таблицы, математические и химические формулы. Также при выделении рисунков и таблиц, необходимо было получить их описания, для таблиц содержание их ячеек в структурированном виде (в формате json), для формул – номер формулы (при наличии).

## **Основы работы**

Исходный набор данных представляет из себя коллекцию статей в формате PDF с наличием текстового слоя.

Структура данных в конечной системе будет в виде MAG/OAG (графовидная структура) с возможностью добавления новых данных. Финальный объём базы знаний оценивается в 100 Тб.

Было принято решение получать текстовую информацию, используя инструменты библиотеки машинного обучения GROBID (или Grobid, расшифровывается как GeneRation Of Bibliographic Data [1], что переводится как генерация библиографических данных), для извлечения данных (извлечение текстовой информации ссылок, колонтитулов, координат объектов документов и пр.) из документов PDF и дальнейшей её структуризации.

Всё же, для решения задачи получения «нетекстовой информации» система GROBID показала неудовлетворительные результаты для всех объектов кроме формул на отсканированных статьях. Инструменты GROBID систематически неверно идентифицировали объекты и описания к ним, а по полученной содержательной части таблицы сложно было восстановить её исходную структуру.

Исходя из сказанного выше, для повышения качества результата было принято решение написать свой обработчик таблиц и рисунков.

## **Извлечение рисунков**

Алгоритм извлечения рисунков из статей имеет следующий общий вид:

- Шаг 1. Детектирование объектов на изображении страницы;
- Шаг 2. Сортировка объектов по расположению на странице;
- Шаг 3. Для каждого объекта изображения выполняются шаги 4-6;

Шаг 4. В зависимости от класса и относительного расположения объектов для рисунка происходит поиск блока с описанием и объединяется с блоком рисунка (Рисунок 1);

Шаг 5. Производится распознавание текста описания по совместному изображению, полученному на шаге 5;

Шаг 6. Изображение и его описание сохраняются в базе данных по его идентификатору.

Для детектирования изображений и таблиц, а также распознавания содержимого последних используется модель `mask_rcnn_X_101_32x8d_FPN_3x` [2], обученная на датасете PubLayNet [3], входящая в состав библиотеки Layout Parser. Данная модель предназначена для детектирования таких классов, как текст, заголовок, список, таблица и рисунок.

Для распознавания текста на шаге 5 также используются инструменты агент TesseractOCR, встроенный в Layout Parser. В качестве идентификатора изображения использовался его номер. Например, Figure n преобразовалось бы в `figure_n`.

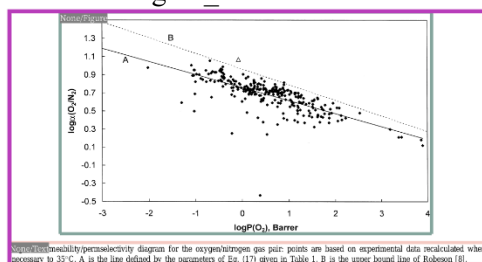


Рис. 1. Объединение блоков рисунка и описания для распознавания: зелёный прямоугольник – рисунок; розовый – описание к рисунку; фиолетовый – объединение блоков

### Извлечение таблиц

Извлечение таблиц и их описаний происходит по такому же алгоритму, главное отличие заключается в том, что у таблиц описание находится строго сверху.

После получения изображения таблицы происходит извлечение информации из самой таблицы. Алгоритм для получения данных таблиц имеет следующий вид:

Шаг 1. таблица делится на две части – по горизонтальным линиям с нахождением границы раздела при помощи метода Хафа;

Шаг 2. распознавание оглавления таблицы при помощи агента TesseractOCR;

Шаг 3. агрегация распознанных блоков и организация мультииндексов;

Шаг 4. распознавание тела таблицы;

Шаг 6. организация элементов тела таблицы в соответствии с расстоянием и координатами столбцов;

Шаг 7. объединение таблицы.

### Организация данных научных статей в базу знаний

С использованием разработанных алгоритмов, работающих с функционалом GROBID и Layout Parser, был произведён сбор данных научных статей.

Было обработано полностью 32 журнала, связанных с химией и химической технологией.

На рисунке 2 условно представлен вид графа знаний (точнее его ветвь).



Рис. 2. Ветвь разработанного графа знаний



## **Заключение**

В результате проведённой работы была подготовлена база знаний для создания прототипа системы интеллектуального поиска и генерации обзорных статей по ключевым словам. К созданию прототипа было переработано около 17 тыс. научных статей, объём базы знаний прототипа составляет 142 Гб. Далее планируется разработка самой системы когнитивного поиска.

## **Список использованных источников**

1. GROBID Documentation [Электронный ресурс]: <https://grobid.readthedocs.io> [сайт]. Режим доступа: <https://grobid.readthedocs.io/en/latest/>., свободный (дата обращения 21.12.2021)
2. K. He, G. Gkioxari, P. Dollar, and R. Girshick. Mask ' R-CNN. arXiv:1703.06870, 2017.
3. ibm-aur-nlp/PubLayNet [Электронный ресурс]: <https://github.com> [сайт]. Режим доступа: <https://github.com/ibm-aur-nlp/PubLayNet>., свободный (дата обращения 21.12.2021)

# ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ РЕЗУЛЬТАТОВ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

Д.Д.Холчев, студент гр. 1Б81

Научный руководитель: И.С. Лобанова, к.т.н., доцент ОКД ИШНКБ

Консультант: Н.А. Кривошеев, аспирант гр. А0-39

Томский политехнический университет

E-mail: ddh2@tpu.ru

## Введение

Капиллярный контроль является одним из самых простых и распространенных методов неразрушающего контроля. Метод контроля проникающими веществами основан на явлениях капиллярного проникновения (пенетрации) индикаторных жидкостей (пенетрантов) в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала ОК и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя [1].

Простота метода способствует развитию систем по автоматизации контроля. Результатом стали технологические линии капиллярного контроля. Но при всем своем совершенстве подобные системы требуют присутствия человека, поскольку машина не способна оценить результаты проведенного контроля. В следствии, возникла идея по созданию нейронной сети решающую данную проблему. Но для реализации оценки результатов контроля необходимо, в первую очередь, сегментировать их, для упрощения последующего процесса обучения нейронной сети.

В данной работе рассматривается задача семантической сегментации полученных по результатам капиллярного контроля изображений. Распознавалось три типа поверхностей: «фон», «объект» и «след».

## Реализация программы

Для решения поставленной задачи была использована полносверточная сеть U-Net [2]. Применялся упрощенный вариант данной нейронной сети с меньшим количеством слоев.

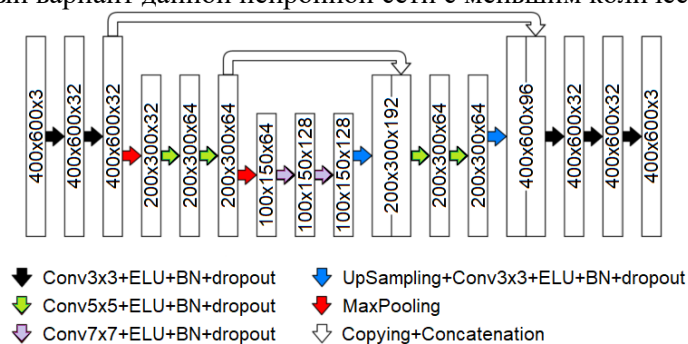


Рис. 1. Модифицированная архитектура U-Net.

Обучающая и проверяющая выборка данных бала снята собственноручно посредством проведение капиллярного контроля над одним из тестовых образцов лаборатории в коей проводился контроль. После проявления индикаторного следа объект контроля фиксировался на камеру. Полученные фотографии сжимались и обрабатывались для упрощения обработки при создании выборок данных. В результате были получены четыре выборки изображений (обучающая исходная, обучающая сегментированная, тестовая исходная и тестовая сегментированная) с разным фоном и положением объекта контроля по 20 картинок масштабом 1203x800. Созданные наборы данных выгружались в облако, из которого программа в дальнейшем их изымала.

Сама программа реализовывала следующие шаги:

1. подключение к облаку и выгрузка из него выборок данных;
2. предобработка загруженных изображений (уменьшение масштаба (до 600x400), фильтрация изображений результата сегментации от переходных оттенков цветов, единообразная запись обработанных изображений в массивы матриц данных);
3. объявление топологии нейронной сети;

4. обучение нейронной сети;
5. тестирование созданной модели;
6. сегментация тестовой выборки.

При создании структуры нейронной сети были проверены различные оптимизационные алгоритмы, такие как adam [3] и adagrad [4]. К сожалению оптимизатор adam не продемонстрировал значительного прогресса в обучении нейронной сети, сегментируя изображения только по классам «фон» и «объект», в отличие adagrad, который за 60 поколений обучения смог достичь точности обработки изображений свыше 99%.

### Результаты сегментации

Результаты сегментации тестовых изображений результатов капиллярного контроля представлены на рисунках 2-4.

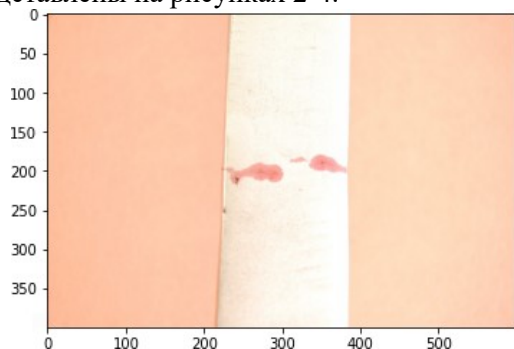


Рис. 2. Исходное тестовое изображение.

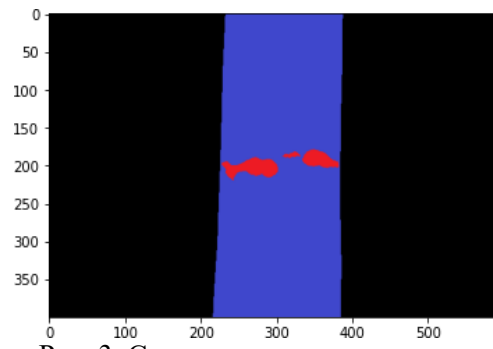


Рис. 3. Сегментированное тестовое изображение.

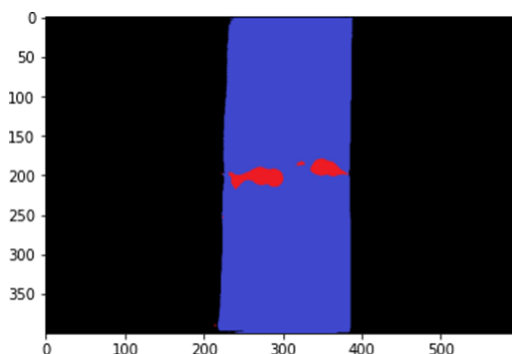


Рис. 4. Результаты сегментации тестового изображения нейронной сетью.

Для численной оценки результатов сегментации использовалась встроенная в код функция тестирования (см. рис. 5).

```
model.evaluate(X_test_pred, Y_test_pred, batch_size=1)

20/20 [=====] - 4s 201ms/step - loss: 0.0152 - accuracy: 0.9947
[0.015185976400971413, 0.9947397708892822]
```

Рис. 5. Оценка качества сегментации тестовых изображений.

### Заключение

В результате была создана сверточная нейронная сеть, реализующая обработку сегментацией изображений результатов капиллярного контроля. Созданная программа с достаточной точностью способна классифицировать пиксели по классам «фон», «объект» и «след». Данная работа позволяет продолжить разработку системы автоматической оценки результатов капиллярного контроля.

### Список использованных источников

1. Сайфутдинов С. М. Капиллярный контроль: история и современное состояние // В мире неразрушающего контроля. – 2008. – №. 1. – С. 14-18.
2. Ronneberger O., Fischer P., and Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation: arXiv preprint. 2015. – 8 p. – URL: <https://arxiv.org/abs/1505.04597> (дата обращения: 04.03.2022).

3. Diederik K., Ba J. Adam: A method for stochastic optimization: arXiv:1412.6980. 2014. – 15 p. – URL: <https://arxiv.org/abs/1412.6980> (дата обращения: 05.03.2022)
4. Hazan E., Duchi J., Singer Y. Adaptive subgradient methods for online learning and stochastic optimization // the Journal of machine Learning research, 12:2121–2159, 2011.

# ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ПАМЯТИ-ПРЕДСКАЗАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА МУЗЫКАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

*Н.А. Черемнов, студент гр.8ПИИ1,*

*С.М. Старолетов, к.ф.-м.н., доц.*

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова*

*E-mail: nick.ch@mail.ru*

## **Введение**

В настоящее время задачи на распознавание объектов и образов очень распространены. Этот класс задач подразумевает не только распознавание визуальных образов средствами компьютерного зрения, но и информации любой формы, в частности, в данной работе мы работаем со звуком.

Мы рассмотрим подход к решению задачи распознавания музыкальных паттернов, базирующийся на концепции иерархической темпоральной памяти и модели «память-предсказание» ученого-биоинформатика Джефа Хокинса.

## **Концепция память-предсказание**

Hierarchical temporal memory – концепция иерархической темпоральной памяти, описанная Джефом Хокинсом в своей работе «Об Интеллекте» [1]. В дальнейшем ключевые идеи и принципы модели были переосмыслены и изложены в новой книге «A thousand brains» [2]. В данных работах излагаются идеи о принципах функционирования биологического интеллекта и способах использования этих принципов для создания интеллектуальной системы. Т.к. центральным объектом исследований является неокортекс человеческого мозга, то и алгоритмы в данной области называются кортикальными. При этом, на данный момент представлены основные концепции, но отсутствуют описания готовых алгоритмов обучения моделей.

Концепция НТМ предлагает построение интеллектуальной системы согласно схеме «память-предсказание». Основная идея – построение модели памяти, которая должна обладать определенными свойствами, такими как:

1. многоуровневая иерархическая структура;
2. хранение информации в виде паттернов и последовательностей паттернов;
3. инвариантная форма хранения информации в памяти;
4. автоассоциативный характер памяти.

Такая модель памяти должна получать на вход последовательности в виде сигналов, описываемых некоторыми характеристиками. Входные сигналы описываются характеристиками, с помощью которых можно привести сигнал к инвариантной форме. Поступая в память, сигналы проходят различные уровни иерархии, активируя наиболее «близкие» (инвариантно-похожие) узлы, а также формируя гипотезы, что является еще одним важным свойством модели и, по сути, является моментом самообучения системы. Основным применением такой модели может служить распознавание паттернов информации (изображений, музыкальных произведений, сенсомоторных данных) путем выделения наиболее активных узлов во времени.

НТМ можно усовершенствовать, согласно переосмыслению модели Хокинсом в 2021 г. [2]. Иерархические слои и связи между ними сменяются на многократную репликацию одной цепи нейронов. Каждая такая «колонка» несет набор ассоциативных связей для определенного объекта-понятия. Соответственно, при поступлении сигнала выполняется сравнение входных сигналов с узлами и «активация» наиболее близких по соответствию узлов. Полностью активная цепь будет означать, что объект распознан. Мы можем иметь несколько альтернативных результатов распознавания и ожидаемых гипотез. Чтобы принять окончательное решение, требуется распределенное голосование на основе определенных параметров и правил между гипотезами для выбора окончательного решения.

## **Демонстрация реализации подхода для умной звуковой студии**

В данной работе концепция НТМ применяется для ПО «Smart Audio Studio», его целью является распознавание музыкальных паттернов [3]. В основе данного ПО, которое на данный момент находится

в стадии доработки, содержится реализация прототипа иерархической памяти и кортикальных алгоритмов формирования и сравнения узлов и гипотез.

Входными сигналами для программы являются ноты (мелодия – последовательность нот) в midi-формате. Каждая такая нота характеризуется следующими параметрами: длительность, тон, интервал относительно других нот, вес инструмента и уровень громкости. Задача алгоритма – получить инвариантную форму для данного сигнала, обработать его в памяти (найдя соответствующую гипотезу или создав новую). Описать это можно следующим образом.

На логическом уровне существует два объекта – окно полученных сигналов (нот) и окно сформированных гипотез. Окно сигналов эмулирует кратковременную память, содержащую определенное число последних полученных сигналов. Окно гипотез эмулирует предсказания и абстрагирует набор сообщений в кратковременной памяти.

По набору свойств сигналов вычисляется характеристика сообщения. Сигналы сравниваются между собой. Для каждой комбинаторной перестановки сигналов в окне генерируются абстракции в виде гипотез, что эмулирует шумы, пропуски нот, грязные ноты. Рассчитывается характеристика гипотезы, как агрегация ее сигналов с учетом времени. Гипотезы сравниваются между собой: новые гипотезы должны быть сильно отличными от других. Если в процессе работы встречается похожая гипотеза, то для нее увеличивается параметр повторяемости. Старые сигналы и гипотезы периодически очищаются, гипотезы с высоким показателем повторяемости попадают в иерархическую память.

При попадании в память набора событий из гипотезы ищется наиболее близкая вершина по расстоянию от набора этих событий. Наборы свойств этой вершины сливаются с текущими (это эмуляция размывания событий в памяти), увеличивается поле количество повторений. Если близких вершин для набора свойств нет, то создается новая, ассоциированная с узлами, для которых есть близкие вершины (это эмуляция ассоциативной памяти).

Непосредственно память визуализируется в виде графа, изменяющегося по мере поступления новых сигналов. Параметры системы конфигурируются с помощью настроек, подбор оптимальных параметров на данный момент является открытой задачей.

Пример интерфейса программы с визуализацией памяти представлен на рисунке 1.

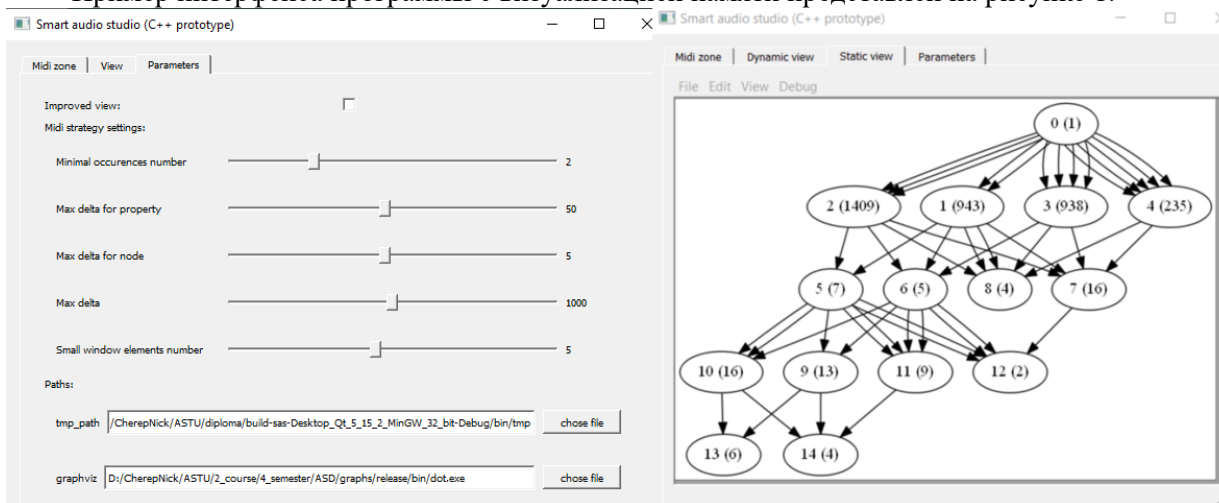


Рис. 1. Визуализация графа памяти и параметры системы.

## Заключение

Прототип модели реализуется в приложении под Windows в среде Qt с использованием языка C++, библиотеки boost и библиотек для работы с midi. Сейчас оно уже способно эмулировать и визуализировать функционирование НТМ. Дальнейшими задачами является уточнение параметров модели, разработка и усовершенствование кортикальных алгоритмов обработки входных сигналов и формирования гипотез, в том числе с использованием новых концепций распределенного голосования, полноценное сравнение похожих музыкальных паттернов.

## Список использованных источников

1. Хокинс, Д. Об Интеллекте / Д. Хокинс. — Москва: Вильямс, 2007. — ISBN 978-5-8459-2067-6.

2. Hawkins, J. "A thousand brains: a new theory of intelligence" / J. Hawkins – First edition. – New York: Basic Books, 2021. – ISBN: 978-1541675810.
3. Staroletov, S. A Hierarchical Temporal Memory Model in the Sense of Hawkins / S. Staroletov // Proceedings - 2021 IEEE Ural-Siberian Conference on Computational Technologies in Cognitive Science, Genomics and Biomedicine, CSGB 2021, Novosibirsk, Yekaterinburg, 2021. – P. 470-475. – DOI 10.1109/CSGB53040.2021.9496031.

# АЛГОРИТМ РАСПОЗНОВАНИЯ ЭМОЦИЙ ЛЮДЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

*Т.Е. Мамонова, доцент ОАР.  
Е.А. Шергин, студент гр. 8Е11.  
Томский политехнический университет  
E-mail: eas141@tpu.ru*

## Введение

На сегодняшний день проводится достаточно много мероприятий, от небольших уличных выставок, до крупных праздников, где присутствует большое количество людей. Для поддержания порядка необходимо постоянно мониторить настроенность людей, их поведение и соответствие окружающей атмосфере происходящих вокруг событий, и, при обнаружении несоответствия, как можно быстрее принимать соответствующие действия.

Поэтому целью работы является создание автоматизированной системы мониторинга общественных мест, которая будет детектировать лицо и идентифицировать эмоцию человека, что поможет оперативно определить несвойственное поведение и настроение человека или группы людей при проведении общественных мероприятий. В рамках указанной цели в данной работе выполняется задача распознавания эмоций с применением нейросетевого подхода.

## Описание алгоритма

Для решения задачи распознавания эмоций был написан код на языке Python, в котором задействованы две составляющие: модель искусственной нейронной сети и модель HAAR детектора лица из библиотеки OpenCV. Детектирование лица было решено реализовать при помощи HAAR каскадного детектора из библиотеки OpenCV т. к. скорость обработки изображения выше, чем при использовании нейросети. Идентификация эмоции, в свою очередь, реализована при помощи модели искусственной нейронной сети т. к. это даст наибольшую точность распознавания.

Алгоритм состоит из следующих действий:

- 1) при помощи камеры получаем изображение;
- 2) преобразуем изображение в трёхмерный массив с закодированными пикселями в формате BGR для дальнейшей обработки;
- 3) при помощи HAAR каскадного детектора из библиотеки OpenCV находим рамки лица;
- 4) применяя модель нейросети на изображение лица, получаем предсказание каждой эмоции;
- 5) обводим лицо на изображении цветом, соответствующим эмоции;
- 6) выводим в консоль список эмоций, которые присутствуют на изображении.

Архитектура нейронной сети показана на рисунке 1. Нейронная сеть состоит из 12 слоёв, из которых – 8 свёрточные, 4 линейные. Каждый слой, кроме выходного, использует функцию активации «ReLU» т. к. он имеет меньшую подверженность к затуханию функции градиентного спуска, что ускоряет сходимость стохастического градиента. Последний слой, в свою очередь, использует функцию активации “softmax”.

Размер тренировочной выборки 28709 изображений, 7 классов предсказания. Angry: 3995; Disgust: 436; Fear: 4097; Happy: 7215; Neutral 4965; Sad: 4830; Surprise: 3171 (шт).

Размер проверочной выборки 3589 изображений, 7 классов предсказания.

Обучение нейронной сети происходило при параметрах:

- Графический ускоритель GPU с ядрами CUDA
- Также была применена аугментация тренировочной выборки для улучшения качества предсказаний модели.
- Размер подаваемых данных при обучении за одну итерацию - 64
- Оптимизатор – Adam
- Learning-rate – 0.0015
- Количество эпох – 50
- Функция потерь – Перекрёстная энтропия
- Функция сохранения модели при повышении точности на валидационных данных.



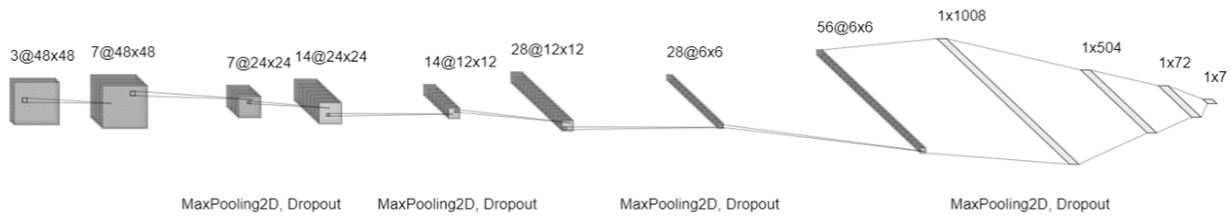


Рис.1. Архитектура нейронной сети

На 43 эпохе получилась наибольшая точность на валидационной выборке, поэтому было решено использовать модель с контрольной точки, а не с полных 50 эпох обучения.

Используемый детектор – HAAR cascade frontal face alt2 из библиотеки OpenCV, т.к. он имеет достаточные для поставленной задачи параметры. Существуют и ограничения его использования, такие как: 1) при наклоне головы, лицо детектору найти невозможно из-за особенности алгоритма; 2) проблема детекции лица человека, если его не видно полностью, например, из-за медицинской маски.

Собрав детектор и модель в единую систему, получаем функцию определения лиц на изображении с обводкой их цветами, соответствующими эмоциям. Блок-схема алгоритма представлена на рисунке 2. При написании кода программы была использована информация из источников [2–4].

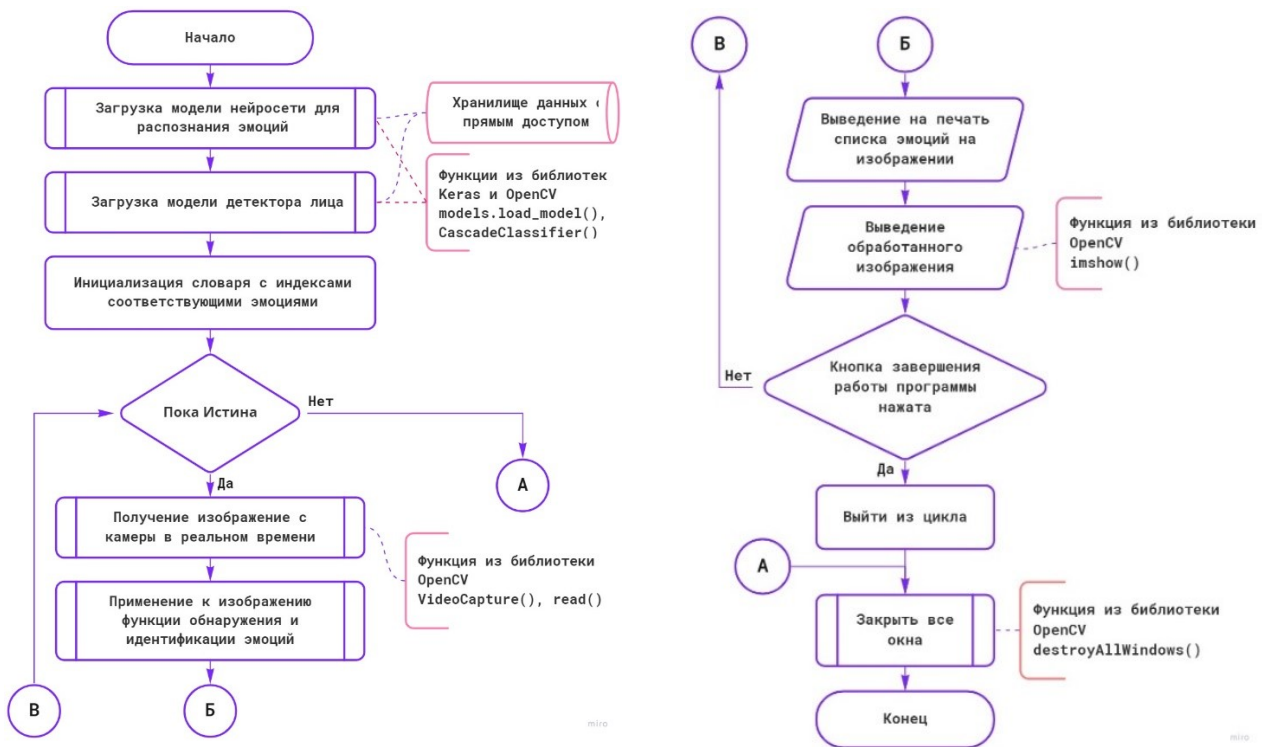


Рис. 2. Блок-схема алгоритма

Размеры изображений лиц при ддетектировании могут быть разного размера, для использования сети их необходимо привести к виду входного слоя сети, а именно к размерности (1×48×48×3), где первый параметр – количество изображений, 2й и 3й – размер в пикселях, 4й – количество каналов. Изначально при прочтении изображения значения закодированных пикселей лежат в отрезке [0; 255], поэтому их также нужно привести к нормальному виду, а именно, чтобы значения были в отрезке [0; 1]

При каждой итерации алгоритма вокруг найденных лиц рисуются прямоугольники с цветом соответствующим эмоции.

Красному цвету соответствуют: испуг (fear), злость (angry);

Жёлтому цвету соответствуют: отвращение (disgust), грусть (sad), удивление (surprise);

Зелёному цвету соответствуют: нейтральное (neutral), радость (happy).

### Тестирование алгоритма распознавания эмоций людей

Для оценки работоспособности системы были проведены тесты на изображениях с различным количеством людей, высоким и низким качеством, ближним и дальним расположением людей от камеры (рисунок 3).

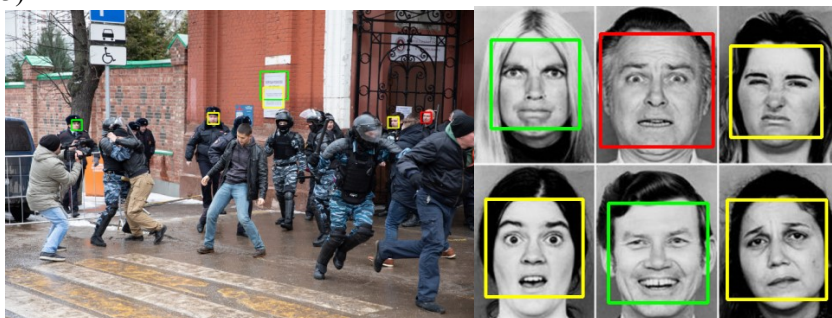


Рис. 3. Результаты оценки работоспособности сети

### Заключение

В результате тестирования можно сделать вывод о том, что разработанный алгоритм распознавания эмоции по лицу человека является работоспособным. Точность была определена аналитически, путём проверки сети на тренировочной выборке, и составила 55 %. Результат в реальных условиях значительно превысил значение точности на проверочной выборке, расхождение связано с качеством валидационных данных, а именно – несоответствие некоторых изображений своим классам. С учётом ряда проведённых экспериментов по идентификации эмоций, точность алгоритма составила 70 %. При проведении экспериментов были выявлены проблемы, связанные с детектированием лица и определением эмоции из-за следующих причин:

- 1) наклон лица;
- 2) наличие маски на лице человека;
- 3) низкое качество изображения;
- 4) ложные срабатывания.

### Список использованных источников

1. Датасет для обучения нейросети. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/juniorbueno/rating-opencv-emotion-images> (дата обращения: 13.02.2022)
2. Документация к библиотеке OpenCV. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.opencv.org/4.x/index.html> (дата обращения: 13.02.2022)
3. Документация к библиотеке Keras. [Электронный ресурс]. – URL: <https://keras.io/api/> (дата обращения: 13.02.2022)
4. Видео материал о принципе работы и обучении нейросети. [Электронный ресурс]. – URL: <https://avt.global/neuralnets> (дата обращения: 11.02.2022)

# УТЕЧКА ДАННЫХ ПРИ ОБУЧЕНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Е.О. Шубкин, аспирант гр. А0-39  
Томский политехнический университет  
E-mail: eos5@tpu.ru*

## **Введение**

Выявление патологий и диагностирование заболеваний путем анализа медицинских изображений является одной из наиболее актуальных задач последних лет. В настоящее время самым популярным решением этой задачи является машинное обучение. Особенно большой скачок в этом направлении произошел в 2020 году, когда для диагностирования COVID-19 было предложено использовать компьютерное зрение вместе со сверточными нейронными сетями.

В настоящее время обучающие выборки становятся все больше и вместе с ними растет и точность моделей. Но при практическом применении полученных моделей мы сталкиваемся с такими проблемами как переобучение, утечка данных, нахождение моделями обходных путей, неверная логика рассуждений, а также проблема неконкретизации при постановке задач.

Целью данной работы является обзор одной из проблем современного машинного обучения – утечки данных, на примере анализа медицинских изображений.

## **Проблемы современного машинного обучения**

Во многом в перечисленных выше проблемах кроется неспособность моделей машинного обучения корректно работать на более разнообразных примерах чем те что встречались им при обучении. Из-за ограниченного разнообразия данных (не имеет ничего общего с маленьким объемом обучающей выборки) модели ищут обходные пути для получения правильного результата, и происходит переобучение или утечка данных. Это приводит к хорошим показателям модели при обучении и абсолютно несоответствующим им практическим и тестовым результатам.

В настоящее время для повышения точности обучения используют увеличение размеров моделей – путем усложнения архитектуры и добавления большего количества слоев. Добавление слоев, а точнее dropout слоя отлично подходит для решения проблемы переобучения модели.

Переобучение модели (overfitting) – это использование во время обучения моделью признаков, с помощью которых модель может получать высокий результат на обучающей выборке и только на ней. Таким образом результаты на тестовой выборке (из того же распределения) будут значительно хуже.

Второй, наиболее часто используемый для повышения точности модели, способ – это увеличение объема обучающих данных. Да, увеличение размеров обучающей выборки (а вместе с этим и увеличение разнообразия данных) является самым простым способом, но подходит не во всех случаях. Один из таких случаев – утечка данных, о которой будет речь далее.

Утечка данных (data leakage) – это использование во время обучения моделью информации, которая не будет доступна в последующем применении на практике. Также к утечке данных можно отнести и shortcut learning [1]. Это явление при котором модель руководствуется правилами которые показывают хорошие результаты на обучающей выборке (и на тестовых данных, так как зачастую они берутся из одного распределения), но не подходят для более сложных условий тестирования (то есть для практического применения). Рассмотрим эту проблему подробнее на примере анализа медицинских изображений.

## **Утечка данных**

В анализе медицинских изображений, таких как рентгеновские снимки и снимки КТ, существуют некоторые особенности при подготовке данных, которые могут повлечь за собой утечку данных. Приведем некоторые из них:

1. Обрезка изображений. Частая ошибка, когда на снимках остается лишняя информация, заставляющая модель менять логику на ошибочную. Например, в исследовании рака кожи, на некоторых снимках обучающей выборки была линейка. Ее используют дерматологи, при подозрении на опухоль, чтобы точно измерить ее размер. Как правило, данная проверка

применяется только при поражениях, вызывающих беспокойство. В связи с этим модель при получении изображения с линейкой в большинстве случаев признавала опухоль злокачественной. Утечка данных в данном примере состоит в том, что единственная причина по которой модель признавала опухоль злокачественной – наличие линейки как основание для наличия рака [2].

2. Настройка изображения (распределение пикселей, яркость, контрастность). Данные настройки изображения могут быть незаметны для человеческого глаза, но классифицированы моделью как дополнительная информация. Например, при диагностике заболеваний по рентгеновским снимкам. Если при обучении выборка собрана с разных больниц, рентгеновские аппараты которых могут иметь различные настройки яркости\контрастности снимков. Таким образом модель может обучиться определять больницу по тональности снимка, а вместе с этим и наиболее вероятное для нее заболевание.
3. Объединение разрозненных наборов данных. Этот пункт зачастую может соединять в себе другие. Рассмотрим набор данных COVIDx созданный для обучения модели COVID-Net для обнаружения положительного COVID-19 [3]. Набор COVIDx объединил в себе две выборки – положительные образцы были взяты из открытой базы снимков COVID-19, а отрицательные из набора данных детской пневмонии. В данном примере есть несколько причин для утечки данных. Первая – на большинстве снимков из отрицательной выборки был ярлык R, что дало повод модели по умолчанию считать снимок с меткой отрицательным на COVID-19. Вторая – изначально различие детских снимков от выборки со снимками COVID-19.

Аналогичная проблема возникла и в другом исследовании по обнаружению положительного COVID-19. Приняв во внимание ошибки в наборе COVIDx отрицательную выборку заменили на выборку радиологического общества Северной Америки (RSNA) по обнаружении пневмонии. Данные смешались намного лучше, но утечка данных произошла из-за ярлыков и различной обрезки. В этот раз на снимках отрицательной выборки присутствовал ярлык L, что также было интерпретировано моделью как основной признак отрицательного COVID-19. Второй причиной стала обрезка, так как на большинстве снимков RSNA не были обрезаны плечи.

Перечисленные особенности играют большую роль при составлении обучающей выборки. Так как при попытках увеличить обучающую выборку путем объединения нескольких выборок из разных источников непременно придется столкнуться с разной обрезкой, разметкой и тональностью.

## **Заключение**

В результате проведенного исследования можно сделать вывод что модели, связанные с медицинскими изображениями и имеющие более обширную обучающую выборку (выходящую за пределы одного набора данных), ожидаемо столкнуться с проблемой утечки данных. Это подчеркивает важность подготовки и предварительной подготовки данных.

В связи с этим также осложняется процесс корректной работы моделей машинного обучения на практических примерах.

## **Список использованных источников**

1. Geirhos, R., Jacobsen, J.H., Michaelis, C. et al. Shortcut learning in deep neural networks. *Nat Mach Intell* 2, 665–673 (2020)
2. Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature* 542, 115–118 (2017)
3. L. Wang, A. Wong COVID-Net: A Tailored Deep Convolutional Neural Network Design for Detection of COVID-19 Cases from Chest Radiography Images (2020)

## **Секция 2. Цифровизация, IT и цифровая экономика**

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КУРСА АКЦИЙ КОМПАНИИ «ГАЗПРОМ» НА ОСНОВЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Е.Р. Адамян, студентка гр.0В8А  
Томский политехнический университет  
E-mail: era7@tpu.ru*

## Введение

В настоящее время для прогнозирования экономических явлений широко используются эконометрические модели, в которых описываются корреляционно-регрессионные зависимости [1]. При этом под эконометрической моделью понимается такая форма представления исследуемой экономической задачи с помощью математических терминов и соотношений, которая удобна для проведения количественного анализа на основе имеющихся статистических данных [1]. Поэтому в данной работе предлагается на основе имеющихся статистических данных построить эконометрическую модель стоимости акций компании «Газпром», провести исследования построенной модели и дать прогноз стоимости акций в зависимости от динамики принятых в модели параметров.

## Построение эконометрической модели

Для построения модели, отображающей динамику курса акций компании «Газпром» необходимо выбрать независимые факторы, оказывающие существенное влияние на курс акций. Отнесем к таким факторам курс доллара  $X_1$  и стоимость нефти марки «Brent»  $X_2$ . Будем считать, что доля влияния остальных факторов незначительна, их игнорирование в среднем не приведет к существенным отклонениям стоимости акций  $Y$ . Предварительно рассмотрим влияние каждого фактора отдельно. Для этого построим уравнения линейной парной регрессии  $Y(X_1) = A_1X_1 + A_0$  и  $Y(X_2) = A_1X_2 + B_0$ . Для расчета коэффициентов регрессии воспользуемся статистическими данными за 2020 год, а сами расчеты проведем в математическом пакете «Wolfram Mathematica».

На рисунках 1 и 2 соответственно представлены результаты эконометрического моделирования для двух принятых моделей.

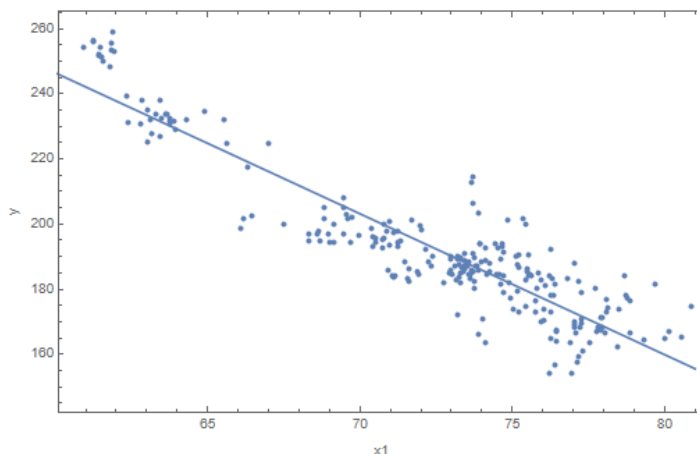


Рис.1. Корреляционное поле и линия регрессии для фактора  $X_1$

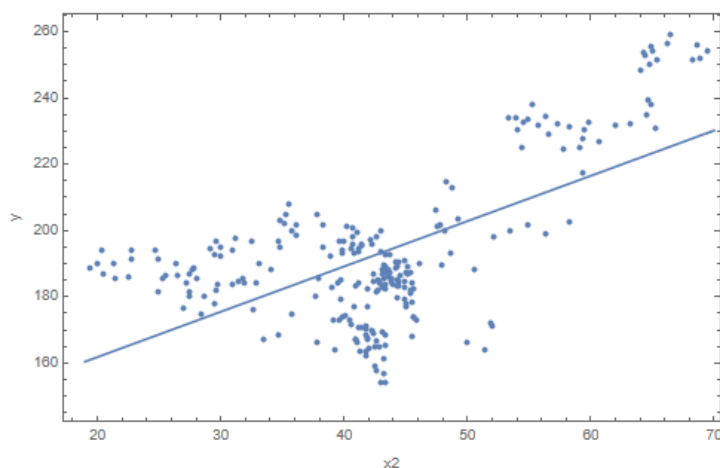


Рис.2. Корреляционное поле и линия регрессии для фактора X2

Рассчитанные числовые коэффициенты регрессии показаны в следующих уравнениях:

$$Y(X1) = 505,974 - 4,32X1 \quad (1)$$

$$Y(X2) = 134,39 + 1,36X2 \quad (2)$$

Как следует из выражений (1) и (2), а также графической иллюстрации (рис.1 и рис.2), увеличение стоимости доллара ведет к уменьшению курса акций, а увеличение стоимости нефти к увеличению курса акций. Для проверки адекватности построенных моделей были рассчитаны коэффициенты детерминации и средняя ошибка аппроксимации, которые для первой модели составили 0,842 и 3,6%, а для второй – 0,403 и 7,97% соответственно.

Таким образом, полученные оценки позволили построить уравнение линейной множественной регрессии в виде:  $Y(X1, X2) = 465,06 - 3,938X1 + 0,298X2$ . Коэффициенты регрессии также были рассчитаны в математическом пакете «Wolfram Mathematica». Коэффициент детерминации и средняя ошибка аппроксимации для данной модели составили 0,852 и 3,5%, что говорит о достаточно хорошем качестве построенной модели.

### Прогнозирование стоимости акций на основе множественной модели регрессии

Для получения точечных оценок прогноза стоимости акций компании «Газпром» была принята линейная модель множественной регрессии, представленная выше. В качестве прогнозных значений независимых факторов выбирались значения стоимости доллара и нефти из интервалов, выходящих за рамки 2020 года. Так при стоимости доллара 87 рублей курс акций должен составлять 126,9 рубля, а при стоимости 55 рублей – 270,8 руб. Соответственно при стоимости нефти 75 руб. – 252,9 руб.

### Заключение

В результате проделанной работы была построена эконометрическая модель стоимости акций компании «Газпром» в виде уравнения линейной множественной регрессии. Исходными данными для построения модели послужили статистические данные компании за 2020 год. В качестве независимых переменных были приняты временные ряды стоимости нефти и курса доллара за 2020 год. Предварительно были рассмотрены более простые модели в виде парной регрессии для каждой независимой переменной, что позволило более осознанно подойти к формированию уравнения множественной регрессии. В процессе выполнения работы были рассчитаны оценки коэффициентов корреляции, проведена проверка адекватности всех построенных моделей, получены точечные и интервальные оценки прогноза. В дальнейшем в ходе выполнения бакалаврской работы планируется рассмотреть нелинейные модели множественной регрессии, устранить гетероскедастичность, мультиколлинеарность и автокорреляцию в построенных моделях.

### Список использованных источников

1. Каморников С.Ф., Каморников С.С. Эконометрика. Учебное пособие. – М.: Интеграция, 2012. – 262 с.

# ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОИСКА И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПО ЗАКУПКАМ ДЛЯ СЧЕТНОЙ ПАЛАТЫ РФ

*И. В. Цанко, к.т.н., доц.,  
Р.Р. Алеев, студент гр. 8ВМ11  
Томский политехнический университет  
E-mail: rar@tpu.ru*

## **Введение**

Обработка государственных закупок является важным аспектом в регулировании распределения средств налогоплательщиков, мерой противодействия коррупции, а также средством оценки исполнения расходов. Согласно [1] в функции Счетной палаты РФ входит «проведение аудита в сфере закупок товаров, работ и услуг, осуществляемых объектами аудита (контроля)», что подразумевает сбор и анализ закупок, проводимых по различным направлениям. Однако при изучении и анализе государственных контрактов возникают вполне определенные проблемы, из-за преимущественно ручного сбора информации, что отнимает значительное количество времени и человеческих ресурсов.

В связи с вышесказанным для Отдела Сводно-аналитической инспекции Департамента аудита природопользования и АПК Счётной палаты РФ требуется разработка инструмента, позволяющего обрабатывать данные Единой информационной системы (ЕИС) в сфере закупок на предмет наличия рисков факторов [2].

## **Теоретическое описание работы**

Портал государственных закупок [3] представляет из себя сайт ЕИС в сфере закупок, на котором размещается информация о проведении государственных тендеров на покупку товаров, заключаемых сделках, контрактах, планах-графиках закупок, итогах аудита и мониторинга заказов и т. д. Портал доступен для всех посетителей на бесплатной основе что повышает контроль за расходованием государственных средств, а также конкурентоспособность среди поставщиков.

Для сбора открытых данных по государственным контрактам Счетной палаты РФ разработан портал-агрегатор «Госрасходы» [4], база данных которого содержит интегрированную информацию о контрактах, субсидиях, заказчиках, поставщиках и т. д., получаемых из открытых официальных интернет-источников, предоставляемую подписчикам посредством API [5]. К сожалению, данный агрегатор не позволяет проводить поиск необходимой информации по требуемым параметрам, что не удовлетворяет представителей Сводно-аналитической инспекции Департамента аудита природопользования и АПК Счётной палаты РФ.

Представляемая работа посвящена разработке информационной системы, обладающей следующими возможностями:

- подключение к данным ЕИС при помощи API государственного проекта «Госрасходы»;
- доступ к информации посредством различных устройств (мобильных, стационарных);
- поиск, группировка, загрузка информации согласно шаблонам;
- сохранение истории поиска для последующего просмотра.

В качестве реализации поставленной задачи было принято решение о создании веб-приложения, способного предоставлять пользователям расширенный спектр возможностей для анализа государственных закупок. Данный проект условно можно разделить на несколько частей:

- разработка системы сбора и хранения данных о государственных закупках с серверов ЕИС;
- разработка серверной части для обеспечения логики взаимодействия и хранения информации о пользователях, их истории запросов;
- разработка веб-клиента, предоставляющего интерфейсы для регистрации, поиска, составления необходимых выборок данных.

## **Реализация информационной системы**

Для взаимодействия по закупкам с API проекта «Госрасходы», а также между клиентской, серверной частями и базой данных с закупками из ЕИС используется технология REST. Одним из



требований к серверной части отмечена необходимость использования протокола HTTP и логики RESTful API. Для разработки серверной части был выбран язык PHP на базе фреймворка Laravel. Для хранения данных пользователя была выбрана СУБД MySQL и создана концептуальная модель БД. Стороннее приложение для сбора и хранения данных по закупкам было реализовано на языке Python 3.8 с СУБД Microsoft SQL Server 2017.

Функции регистрации и авторизации реализовывалась при помощи службы Web-аутентификации Laravel с применением библиотеки с настройкой под использование REST.

Для хранения данных выгрузок пользователя была использована встроенная файловая система при помощи пакета Flysystem. Для предотвращения доступа к чужим файлам по URL была прописана логика управления хранилищем для конкретного пользователя: для каждого зарегистрированного пользователя создается собственная директория хранения файлов выгрузки. При выполнении запроса списка файлов пользователя работа происходит исключительно с его собственной директорией. В качестве возможного обращения к любому файлу по URL была добавлена проверяющая функция наличия данного файла для данного пользователя (при помощи hasAccessToFile).

Реализованные маршруты RESTful API взаимодействия ИС имеют следующую логику:

- авторизация/регистрация (создание новой учетной записи пользователя. При выполнении: если успешно – перенаправление на главную страницу, иначе ответ об ошибке);
- поиск контрактов по определенным категориям (ИНН, ключевым словам и т. д.);
- создание выгрузки по контрактам (передается перечень найденных контрактов);
- получение контракта по его идентификатору;
- поиск заказчика по определенным категориям (ИНН, ключевым словам и т. д.);
- создание выгрузки по заказчикам (передается перечень найденных заказчиков);
- получение заказчика по его коду в Сводном Перечне Заказчиков;
- просмотр истории выгрузки;
- скачивание файла выгрузки по его идентификатору;
- удаление концертного файла выгрузки.

Для проектирования интерфейса клиента были созданы эскизы и в дальнейшем дизайн-макет средством Figma, по которому осуществлялась верстка. В реализации верстки использовались базовые технологии HTML, CSS и JavaScript с использованием библиотек Bootstrap 5.0, Owl-Carousel, а также jQuery. Пример сверстанной страницы представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Сверстанная страница со списком закупок.

## Заключение

Данная работа предназначена для представителей отдела Сводно-аналитической инспекции Департамента аудита природопользования и АПК Счётной палаты РФ и позволяет проводить удобный поиск и анализ закупок на предмет обнаружения неточностей, ошибок и прочих нарушений. В процессе работы была подробно проанализирована структура сайта ЕИС, реализована логика для работы с API «Госрасходы», спроектирована база данных для хранения переданной информации по закупкам, разработан инструментарий, позволяющий извлекать информацию и впоследствии сохранять в базу данных, также была разработана информационная система для последующего поиска информации и сохранения данных истории клиента.

## Список использованных источников

1. Федеральный закон от 05.04.2013 N 41-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "О Счетной палате Российской Федерации" // consultant.ru [Электронный ресурс] URL: <https://inlnk.ru/agwzNJ>

2. Способы закупок по 223-ФЗ и требования к документации // otc.ru [Электронный ресурс] URL: [https://otc.ru/academy/articles/norm\\_prava](https://otc.ru/academy/articles/norm_prava), свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 24.02.2021 г.
3. Единая информационная система в сфере закупок // zakupki.gov.ru [Электронный ресурс] URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 02.03.2021 г.
4. «Госрасходы» – технологический проект Счетной Палаты РФ // [Электронный ресурс] [spending.gov.ru](http://spending.gov.ru) URL: <https://spending.gov.ru/pages/about/>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 30.03.2021
5. API проекта «Госрасходы» // [Электронный ресурс] [ach.gov.ru](http://ach.gov.ru) URL: <https://code.ach.gov.ru/sgr/spending-api-docs/-/wikis/home>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 30.03.2021 г.

## К РАЗРАБОТКЕ МОДУЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ КОРРЕКТНОСТИ ДАННЫХ ДАТЧИКОВ И ВИДЕОКАМЕР МОНИТОРИНГОВЫХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Н.Г. Беседный, аспирант, 1 курс*  
*А.Э. Харковчук, магистрант, 1 курс*  
*Петрозаводский государственный университет*  
E-mail: besednyi@cs.petsu.ru

### **Введение**

Множество предприятий осуществляют автоматизацию своих процессов. Для автоматизации процессов применяются различные системы мониторинга оборудования [1,2] на основе интернета вещей. Такие системы предоставляют сервисы [3] для отслеживания текущего состояния оборудования, такого как: станки, насосы, садки для выращивания рыбы на основе. В зависимости от объекта мониторинга (станок, насос, и т.п.), и сервисов системы мониторинга, количество используемых датчиков может варьироваться от нескольких штук, до нескольких десятков. Необходимым становится слежение за корректностью работы мониторинговой системы.

При мониторинге производственного оборудования [4,5] возможны различные сбои в работе датчиков: нарушение контакта датчика с объектом, обрыв соединений, загрязнение защитного стекла видеокamеры, показания, не соответствующие действительности. Сбой в показаниях датчиков отражается на работоспособности сервисов мониторинговой системы, которая может неверно оценить состояние объекта или не увидеть, сбой оборудования.

Задача отслеживания корректности данных актуальна и для рыбохозяйств, где кроме оборудования отслеживаются параметры воды в садках. Здесь также могут происходить загрязнения, обрывы датчиков, подводных камер.

Для своевременного устранения возникающих сбоев в работе мониторинговой системы, необходим модуль, который позволит определять сбои в работе датчиков и видеокamер для своевременного реагирования и повышения надежности мониторинговых систем.

### **Модуль отслеживания корректности данных**

В работе рассматриваются системы мониторинга использующие исторические данные, которые накапливаются и хранятся длительный промежуток времени, и оперативные данные, передаваемые через брокеры сообщений. Используя базы исторических данных и брокер сообщений с оперативными данными можно реализовать внешний для систем мониторинга модуль для контроля за работоспособностью датчиков и камер. Этот модуль будет выполнять вычисления необходимые для определения и классификации неисправностей в работе датчиков и видеокamер, например: обрыв соединений, некорректные значения, загрязнение защитного стекла видеокamеры.

Для решения проблем отслеживания работоспособности датчиков (напр.: тока, вибраций, температуры, растворенного кислорода) и видеокamер предлагается следующая концептуальная модель (рис. 1). Система мониторинга собирает исторические и оперативные данные. Оперативные данные передаются через брокеры сообщений, а исторические данные хранятся в популярных SQL (SQLite, PostgreSQL, MySQL) или NoSQL (Clickhouse, MongoDB) базах данных. Для работы разрабатываемого модуля необходимо предоставить информацию о том, какие датчики и видеокamеры нужно отслеживать, и где расположены поступающие с них данные. Получив доступ к данным, модуль на основе методов статистики и машинного обучения анализирует и определяет корректность данных или сообщает о какой-либо неисправности.

Системы мониторинга могут получить результаты работы модуля с помощью запросов к API модуля. Полученная от модуля информация может быть использована системами мониторинга для уведомления пользователя о возникшей проблеме и своевременного устранения. Разработанный модуль может запускаться на вычислительном сервере, где установлена система мониторинга, а также на отдельном компьютере, например на Raspberry Pi, который удобно подключать в различные IoT-среды для получения данных.

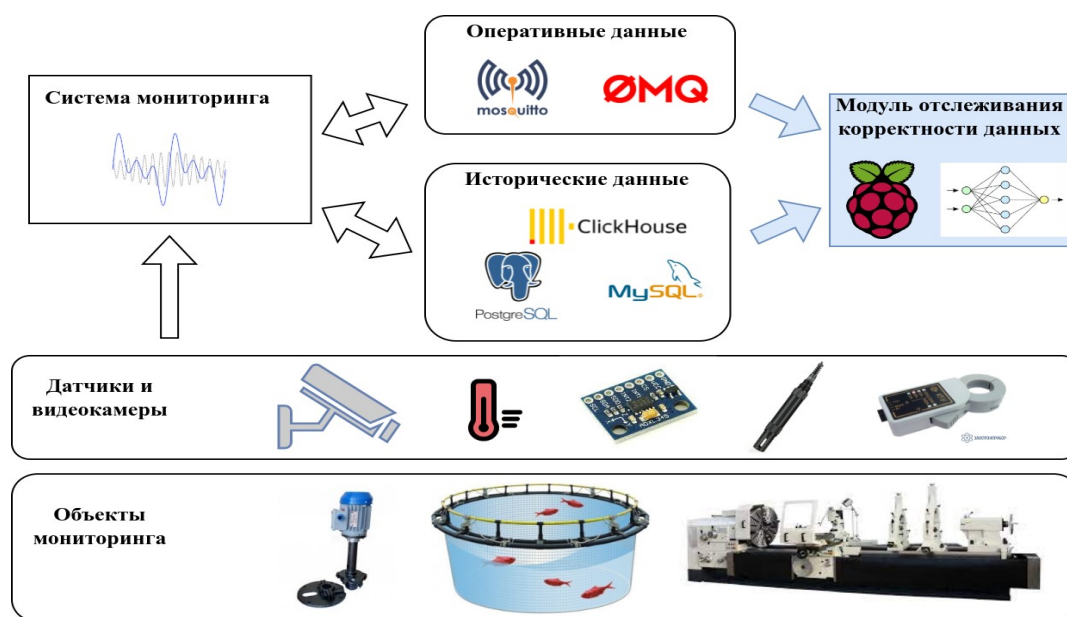


Рис. 1. Концептуальная модель модуля отслеживания корректности данных датчиков и видеорекамер

## Заключение

Предлагаемый модуль отслеживания корректности данных датчиков и видеорекамер планируется реализовать на базе систем мониторинга промышленного оборудования, для контроля за их состоянием, для предотвращения поломок датчиков и потерь данных.

Разрабатываемое решение может быть использовано для систем мониторинга в области рыбного хозяйства для отслеживания показаний датчиков, установленных на садках для контроля за их состоянием, где могут происходить загрязнения, обрывы соединения датчиков, подводных камер.

В обоих случаях, разрабатываемое решение позволит повысить надежность разрабатываемых и уже существующих систем мониторинга.

НИОКР реализуется в рамках Программы поддержки прикладных научных исследований и разработок студентов и аспирантов ФГБОУ ВО "Петрозаводский государственный университет", обеспечивающих значительный вклад в инновационное развитие отраслей экономики и социальной сферы Республики Карелия, на 2022-2023 гг., поддержанной грантом Фонда венчурных инвестиций Республики Карелия (Договор № 4-Г21 от 27.12.2021).

## Список использованных источников

1. Беседный Н.Г. Multi-Stream Sensed Data Processing Model for Industrial Internet [Текст] / Н.Г. Беседный, Н.Ю. Харзия, К.А. Кулаков, Д.Ж. Корзун // Proceedings of the FRUCT29. - Tampere, Finland, 2021. - С.412-415. - Режим доступа: <https://fruct.org/publications/acm29/files/Bes.pdf>.
2. Харковчук А.Э. Распознавание цифровых кодов ошибок ЧПУ, представленных на мониторе пульта управления станком [Текст] / А.Э. Харковчук, Д.Ж. Корзун // Материалы XIV всероссийской научно-практической конференции "Цифровые технологии в образовании, науке, обществе". - Петрозаводск, 2020. - С.184-187. - Режим доступа: <https://it2020.petsu.ru/doc/it2020.pdf?t=1>.
3. D. Korzun, A. Varfolomeyev, A. Shabaev and V. Kuznetsov, "On dependability of smart applications within edge-centric and fog computing paradigms," 2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), 2018, pp. 502-507, doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409185.
4. Котюшев, М. Ю. Система сбора и анализа данных для датчика изгибных деформаций на основе многосердцевинного волоконного световода / М. Ю. Котюшев // МНСК-2018: Фотоника и квантовые оптические технологии : Материалы 56-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 22–27 апреля 2018 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2018. – С. 18.
5. Программный комплекс поддержки модернизации технических систем / А. В. Кизим, А. В. Матохина, А. Г. Кравец, И. П. Мединцева // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – № 2(25). – С. 311-324. – DOI 10.26102/2310-6018/2019.25.2.025.



Создание ЕИП АИС позволит обеспечить оперативный доступ заинтересованных должностных лиц к информации, возникшей на различных этапах функционирования АИС (в соответствии с имеющимися правами доступа).

Модель ЕИП АИС предлагается представить в виде совокупности множеств:

$$E = \{S_E, O_E, R_E, T_E\},$$

где  $S_E$  - множество сущностей ЕИП АИ;

$O_E$  - множество операций (отношений) между сущностями ЕИП АИС;

$R_E$  - множество требований нормативных правовых актов, регламентирующих отношения между сущностями ЕИП АИС;

$T_E$  - множество времен, затрачиваемых на выполнение операций между сущностями.

### **Заключение**

Формирование ЕИП специализированной АИС позволит повысить эффективность функционирования СДГТ за счет повышения уровня информационной поддержки деятельности подразделений (заинтересованных должностных лиц) путем обеспечения оперативного доступа к необходимой информации и увеличения интенсивности информационного взаимодействия при принятии управленческих решений.

### **Список использованных источников**

1. О государственной тайне: закон Российской Федерации от 21.07.1993 № 5485-1 – Текст: непосредственный // Российская газета. – 1993. – 21 сент. – С. 1–2.
2. «Инструкция о порядке допуска должностных лиц и граждан Российской Федерации к государственной тайне», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 февраля 2010 г. № 63. Текст : непосредственный // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2010.
3. Применение Web и CALS технологий на предприятии: учеб. пособие / П.Ф. Юрчик, В.Б. Голубкова. – М.: МАДИ, 2018. – 112 с.
4. CALS-технологии в машиностроении: основы работы в CAD/CAE-системах : учебное пособие / С.И. Пестрецов. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 104 с.
5. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» / Е.В. Судов, А.И. Левин. – М., 2002.

# ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМА ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ED25519 В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПЛАТФОРМЕ SOLANA

О.Л. Крицкий к.ф.-м.н., доцент ОЭФ ТПУ  
В.А. Карнаухов, студент гр. 0ВМ02  
Томский политехнический университет  
E-mail: vak65@tpu.ru

## Введение

В данной статье будет рассматриваться Solana и алгоритм цифровой подписи ed25519. Solana – это развивающийся проект, который представляет из себя блокчейн и платформу для децентрализованного исполнения программ [1].

Одной из главных целей Solana является достижение высокой скорости работы сети, сопоставимой скорости централизованных сетей, а особенность алгоритма ed25519, которую использует Solana способствует ей в этом.

## Аккаунты и on-chain программы

Одной из функциональных единиц Solana являются аккаунты. Аккаунт состоит из 32-байтной последовательности, называемой адресом и являющейся публичным ключом цифровой подписи ed25519, а также соответствующей структуры данных, существующей по этому адресу.

On-chain программа - программа, исполняемая распределено. Это означает, что при вызове она исполняется несколькими серверами (валидаторами) сети и истинный результат исполнения определяется путём принятия консенсуса. В других сетях эти программы называются смарт-контрактами.

Любой клиент, зная адрес программы, может собрать список аккаунтов, которые хочет передать ей, сформировать инструкцию и с помощью запроса к одному из серверов сети Solana «вызвать» программу с данными аргументами.

У передаваемых аккаунтов есть следующие флаги:

- `is_signer` - флаг, означающий факт подписания транзакции, вызывающий эту программу, приватным ключом данного аккаунта;
- `is_writable` - флаг, разрешающий программе менять поля этого аккаунта.

## Обзор алгоритма ed25519

Алгоритм цифровой подписи ed25519 определяется выбором семи параметров:

1. Целое число  $b \geq 10$ ;
2. Криптографическая хэш-функция  $H$ , дающая на выходе  $2b$ -битное число;
3. Простое число  $q \approx 1 \pmod{4}$ , задающее поле Галуа  $GF(q)$ ;
4. Число  $d \in GF(q)$ , не являющееся квадратом в этом поле (это также называют квадратичный невычет);
5. Точка  $B \in E$ ,  $B \neq (0, 1)$ , где  $E$  – это, группа точек эллиптической кривой:  
$$E = \{(x, y) \in GF(q) \cdot GF(q) : -x^2 + y^2 = 1 + dx^2y^2\}; \quad (1)$$
6. Простое  $l \in [2^{b-4}; 2^{b-3}]$  такое, что  $lB = (0, 1)$  (нейтральный элемент группы);
7. Способ  $b-1$ -битного кодирования элементов  $GF(q)$ .

Данная эллиптическая кривая называется скрученной кривой Эдвардса (Twisted Edwards Curve) [2]. Групповой закон на ней выглядит следующим образом:

$$(x_1, y_1) + (x_2, y_2) = \left( \frac{x_1y_2 + x_2y_1}{1 + dx_1x_2y_1y_2}, \frac{x_1y_2 - x_2y_1}{1 - dx_1x_2y_1y_2} \right). \quad (2)$$

Далее определим некоторые числа из  $GF(q)$ , как «отрицательные». Для выбранного способа кодирования будем считать  $x$  отрицательным, если кодирование  $x$  лексикографически больше кодирования  $q-x$ . Например для  $q = 13$  в поле  $GF(q) = \{0, 1, 2, 3, \dots, 12\}$  при little-endian кодировании отрицательными будут считаться  $\{1, 3, 5, 7, 9, 11\}$ . Таким образом для кодирования точки на кривой

$(x,y)$  достаточно  $b$  бит:  $b-1$  бит для кодирования  $y$  и один бит для знака  $x$ , а сам  $x$  можно вычислить (в поле  $GF(q)$ , разумеется):

$$x = \pm\sqrt{(y^2 - 1)/(dy^2 + 1)}. \quad (3)$$

### Реализация ключей, подписей и проверки

Сгенерируем случайным образом  $b$ -битное число  $k$ , которое будет являться приватным ключом. Возьмём от него хэш  $H(k) = (h_0, h_1, h_2, \dots, h_{2b-1})$ , где  $h_i$  - биты вычисленного хэша. Вычислим число  $a$  следующим образом:

$$a = 2^{b-2} + \sum_{3 \leq i \leq b-3} 2^i h_i \quad (4)$$

Публичным ключом  $\underline{A}$  будем считать кодирование точки  $A = aB$  (далее кодирования точек будут обозначаться подчёркиванием). Ввиду групповой структуры эллиптической кривой точка  $A$  также лежит на этой кривой. Для подписи сообщения  $M$  необходимо вычислить число  $r = H(h_b, h_{b+1}, \dots, h_{2b-1}, M)$ , затем найти точку  $R = rB$  и число  $S = (r + H(\underline{R}, \underline{A}, M)) \bmod l$ . Сигнатурой будем считать  $2b$ -битную строку  $(\underline{R}, \underline{S})$ .

Для верификации подписи проверяющая сторона должна восстановить: точку  $R \in E$ , точку  $A \in E$ , целое число  $S \in [0; l-1]$  и проверить равенство  $SB = R + H(\underline{R}, \underline{A}, M) A$ . Выясним корректность такой проверки.

Домножим  $B$  на  $S$ :

$$SB = ((r + H(\underline{R}, \underline{A}, M) a) \bmod l)B. \quad (5)$$

Пусть  $S^* = r + H(\underline{R}, \underline{A}, M) a$ , а тогда для некоторого целого  $n$  справедливо:

$$S^* = nl + S^* \bmod l, \quad (6)$$

$$S^* \bmod l = S^* - nl. \quad (7)$$

В терминах  $S^*$  исходное выражение примет следующий вид:

$$SB = (S^* - nl)B \quad (8)$$

$$SB = S^* B - nlB \quad (9)$$

Но  $l$  и  $B$  выбраны так, что  $lB = (0, l)$  - нейтральный элемент, следовательно:

$$SB = S^* B \quad (10)$$

$$SB = rB + H(\underline{R}, \underline{A}, M) aB \quad (11)$$

$$SB = R + H(\underline{R}, \underline{A}, M) A \quad (12)$$

### Программно-производные адреса

On-chain программа  $P_1$  может быть вызвана не только каким-то off-chain клиентом. Она также может быть вызвана другой on-chain программой  $P_2$ . При этом  $P_1$  может передать в  $P_2$  только те аккаунты, которые есть среди переданных в  $P_1$ . Представим, что в  $P_1$  был передан аккаунт  $A$ , поле `is_signer` которого равно `false`. Если этот аккаунт обладает особым адресом, то  $P_1$  может передать его в  $P_2$  с `is_signer: true`. Такие особые адреса в Solana называются PDA (Program derived address) - адреса, для которых не существует приватного ключа `ed25519`. Если точка  $A$  не лежит на кривой, с точки зрения `ed25519` означает, что не существует приватного ключа такого, что подпись сообщения этим ключом проходила бы проверку относительно публичного ключа  $\underline{A}$ . Если для полученного адреса не существует приватного ключа, а также он зависит от адреса программы, то рантайм Solana может проверить, что адрес аккаунта с полем `is_signer: false` действительно вычисляется из адреса вызывающей программы и указанных последовательностей байтов, и передать вызываемой программе этот аккаунт с полем `is_signer: true`. Таким образом в Solana программа может быть в некотором смысле физическим владельцем аккаунта.

### Заключение

В ходе данной работы был рассмотрен один из основополагающих механизмов платформы Solana, который позволяет программам самостоятельно, без участия оператора(человека) подписывать



и вызывать межпрограммные инструкции, на основе данного механизма строятся все программы в Solana.

**Список использованных источников:**

1. Solana официальная документация [Электронный ресурс] <https://docs.solana.com> (дата обращения 15.02.2022).
2. О криптографии на эллиптических кривых [Электронный ресурс] <https://habr.com/ru/post/335906/> (дата обращения 16.02.2022).

# ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ КОНСУЛЬТАЦИЙ

*Д.И. Коваль, аспирант, гр. А0-37*

*В.Л. Ким, д.т.н., профессор ИШИТР*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

E-mail: deniskoval12@gmail.com

## Введение

Телемедицинские консультации — это новое направление медицины, которое помогает получать обследование по состоянию здоровья в режиме онлайн (в форме чата либо в форме видеоконференции). Процесс записи на приём состоит из следующих шагов: сначала пользователь скачивает приложение для записи, затем проходит процесс авторизации, заполняет анкету с личными данными. После становится доступным список специальностей врачей и пользователь выбирает себе нужного врача, в доступные у специалиста время. Проблемой телемедицинских консультаций является сложность тестирования данной системы, потому что она имеет множество внешних интеграций с другими сервисами.

## Ключевые виды тестирования, используемые в работе

Для корректной работы системы телемедицинских консультаций требуется проводить качественную проверку всего функционала. Основными видами тестирования, которые используются в автоматизированной системе телемедицинских консультаций, являются функциональное, интеграционное и регрессионное. Регрессионное тестирование выполняют после добавления новой функций в систему с целью проверки, что старый функционал работает исправно, согласно техническим требованиям. Следующим видом является интеграционное тестирование. Оно необходимо для проверки API, чтобы проверить корректность работы. Этот вид тестирования является очень важным, потому что система телемедицинских консультаций состоит из множества интеграций со внешними системами и внутренними микро-сервисами. Функциональное тестирование используется при проверке нового функционала, его автоматизацией занимаются позже, после проверок методом ручного тестирования, и проверок его взаимодействия со старым функционалом. Процесс разработки системы заключается в постоянном создании/модернизации функциональности, которую требуется проверять.

## Тестирование системы телемедицинских консультаций

В тестировании системы телемедицинских консультаций будет использоваться регрессионное, функциональное и интеграционное тестирование. Выбор задачи для тестирования происходит на рабочей доске в JIRA (рисунок 1.)

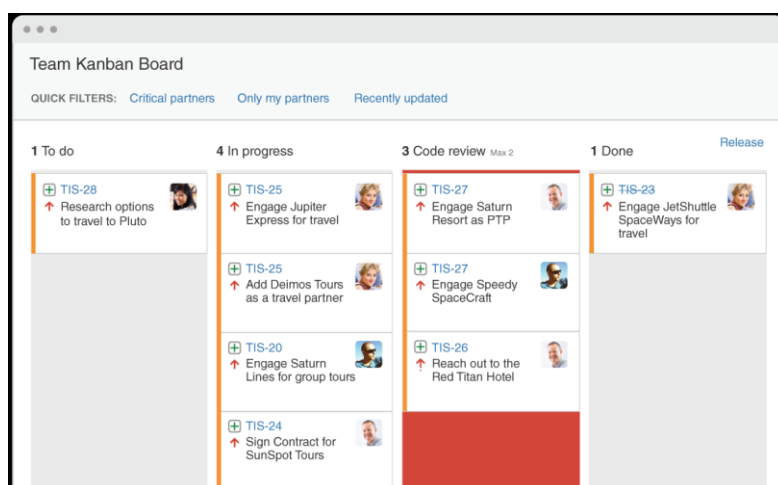


Рис. 1. Доска в JIRA

На ней отображены разные стадии состояния задачи. В начале создаётся задача на выполнение новой функциональности, и добавляется на доску в раздел «To do». Далее происходит процесс разработки по окончании которого, она переводится в статус «code review». После этого происходит тестирование реализованного функционала. Для обозначения успешного окончания тестирования она переходит в статус «Done».

В тестирование приходят самые различные задачи: тестирование согласно макету, разработанного дизайнером, тестирование различных версий мобильного приложения, тестирования web интерфейса системы. Всё, что не касается дизайна, проходит функциональное тестирование, в ходе которого может быть 2 варианта развития событий. Если всё хорошо и дефектов не обнаружено, то задачу необходимо переместить дальше по процессу разработки, и впоследствии происходит выпуск данной задачи в релиз. В случае ошибки составляется отдельная задача для её исправления. Например, была добавлена в систему фильтрация по возрасту: клиент пытается применить фильтр «Старше 55 лет», при этом выводятся все пользователи, у которых возраст ниже 55 лет.

При тестировании есть возможность локализовать ошибку для указания конкретных дефектов. Часто она находится с помощью просмотров логов приложения. Для этого используются программы Grafana и Sentry. Это программы, в которых записываются все действия, которые выполняются в приложении. Благодаря этим сервисам можно отследить, в какой момент времени и при каких действиях, была некорректная работа. Со стороны мобильного приложения для записи действий со стороны пользователя используется Charles. Это так же программное обеспечение, где можно отыскать ошибки, которые появляются работе с телемедицинскими консультациями.

В интеграционном тестировании применяется инструмент Postman, с помощью которого эмулируются запросы по url. Для имитации запроса в формате json требуются значения блока header и тело запроса (body). После отправки запроса можно получить ответы из классов 2\*\* (хорошо) 4\*\* (ошибка на клиенте) 5\*\* (ошибка на сервере).

При выполнении регрессионного тестирования требуется инструмент для хранения тест-кейсов, чек-листов, тест-сюетов, тест-планов. В работе был задействован инструмент testrail для ведения тестовой документации, в нём удобно составлять набор тест-кейсов для проекта, делить кейсы на сюеты (наборы тест-кейсов по признаку). Во время регрессионного тестирования в testrail составляется тест-план, в состав которого выбираются кейсы по всем функциям системы, чтобы убедиться в корректности работы системы. После прохождения регрессионного тестирования составляется отчёт по его итогам, в котором описываются найденные дефекты, заблокированные функциональности.

## **Заключение**

Тестирование является одним из самых важных этапов при разработке проекта, так как на этом этапе есть последняя возможность выявить дефекты системы и отправить их на исправление. В ходе тестирования проекта, были найдены все дефекты, которые могли помешать работе приложения. Благодаря качественному тестированию, у пользователей появилось возможность пользоваться телемедицинскими консультациями без проблем.

## **Список использованных источников**

1. Тестирование программного обеспечения [Электронный ресурс] // URL: <http://www.protesting.ru/> (дата обращения 10.02.22)
2. Тестирование и Качество ПО [Электронный ресурс] // URL: <https://software-testing.ru/> (дата обращения 14.02.22)

## ГЕНЕРАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ СОБЫТИЙ МЕТОДОМ ПСЕВДОНИМОВ

*М.Е. Семёнов, к.т.н., доц.,  
Е.Е. Кудряшова, студент гр. 0ВМ01  
Томский политехнический университет  
E-mail: eek19@tpu.ru*

### **Введение**

Существуют различные подходы для генерации случайных чисел с настраиваемым распределением. Выбор зависит от многих условий, в том числе от размера выборки, закона распределения, а также меняется ли этот закон со временем. Целью данной работы является изучение алгоритма псевдонимов и сравнение его с другими методами.

### **Описание алгоритма**

Метод псевдонима состоит в следующем:

1. Каждая заданная вероятность увеличивается в  $n$  раз, где  $n$  - количество различных значений, для которых задано распределение. Полученные значения - "нормированными вероятностями".
2. Нормированные вероятности разделяются на 2 группы. В первой группе  $P_{norm} \geq 1$ , во второй группе  $P_{norm} < 1$ .
3. Строится таблица вероятностей `prob` и таблица псевдонимов `alias`, для этого:
  - a. случайным образом берется вероятность  $P_{2i}$  из второй группы и перемещается в итоговую таблицу вероятностей `prob` (в ячейку, соответствующую данному значению);
  - b. из первой группы также выбирается случайная вероятность  $P_{1i}$ , и из нее вычитается  $(1 - P_{2i})$ ;
  - c. если в итоге  $P_{1i}$  становится меньше 1, то она перемещается во вторую группу, иначе - остается в первой;
  - d. значение, соответствующее вероятности  $P_{1i}$ , становится псевдонимом для  $P_{2i}$  (это значение добавляется в таблицу псевдонимов `alias` в соответствующую ячейку);
  - e. вышеуказанные шаги повторяются до тех пор, пока вторая группа не пуста;
  - f. последним шагом в итоговую таблицу добавляются оставшиеся вероятности из первой группы (все они будут равны 1). Псевдонимы для них не требуются.

### **Сравнение алгоритма с другими методами**

Усредненное сравнение скорости работы алгоритма при обработке различного набора кадров видеофайла на одинаковом фрагменте поиска представлено в таблице 1.

Для проверки правильности написанного алгоритма проведена генерация 1000 выборок с заданным распределением вероятности. Далее с целью статистического сравнения проведена проверка гипотезы  $H_0$ : "полученное распределение статистически не отличается от целевого распределения", с уровнем значимости  $\alpha=0,95$ . Такая гипотеза выдвинута в отношении каждого из 1000 полученных распределений. Далее рассмотрим пример проверки для равномерного, нормального и биномиального распределений. Для сравнения гистограмм были использованы следующие методы: метрика Вассерштейна, критерий хи-квадрат и критерий Колмогорова-Смирнова.

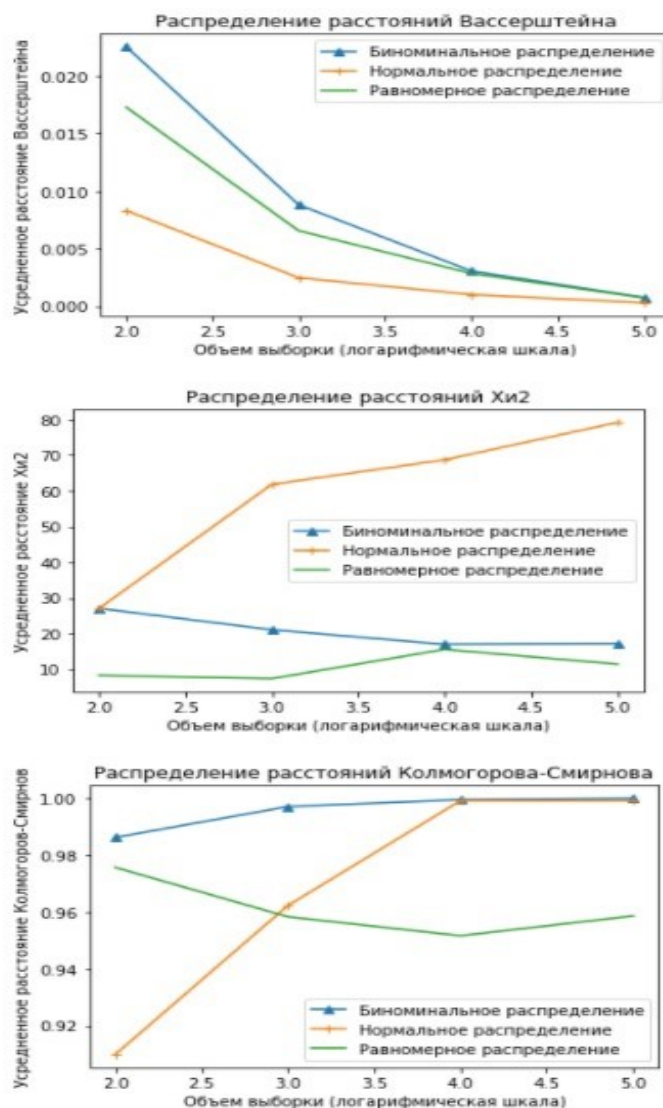


Рис. 1. График кривых для расстояний Вассерштейна, хи-квадрат и Колмогорова-Смирнова.

### Заключение

В ходе проделанной работы был реализован алгоритм генерации случайных величин с заданным равномерным, нормальным и биномиальным распределениями вероятностей с использованием метода псевдонима. В результате исследования было установлено, что *alias method* позволяет достаточно эффективно генерировать случайные числа с заданным распределением, а именно - за время  $O(1)$ , в то время как на генерацию стандартными методами затрачивается время  $O(\log n)$  или даже  $O(n)$ .

При этом, как и в стандартных методах, подготовка данных происходит за время  $O(n)$ , и используется  $O(n)$  памяти. То есть, по указанным параметрам *alias method* также не уступает остальным.

### Список использованных источников

1. Ермаков С. М., Михайлов Г. А. Статистическое моделирование. М.: Наука, 1982.
2. Ермаков С. М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике: Вводный курс. С.-Пб.: Невский диалект; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
3. Walker A. J. New fast method for generating discrete random numbers with arbitrary frequency distributions // *Electronic Letters*. 1974. Vol. 10. P. 127—128.
4. Walker A. J. An efficient method for generating discrete random variables with general distributions // *ACM Trans. Math. Software*. 1977. Vol. 3, No 3. P. 253—256.
5. Brown F. B., Martin W. R., Calaham D. A. A discrete sampling method for vectorized Monte Carlo calculations // *Trans. Am. Nucl. Soc.* 1981. Vol. 38. P. 354—355.

# ТЕРМОНТОГРАФИЯ КАК СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕРМИНОЛОГИИ: НА ПРИМЕРЕ СОЦИОКОГНИТИВНОЙ ТЕОРИИ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

*И.Б. Ардашкин, д.ф.н., доц., профессор ОСГН  
М.В. Нетесова, аспирант гр. А9-58  
А.А. Садовская, соискатель ОСГН  
Томский политехнический университет  
E-mail: ibardashkin@tpu.ru*

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект РНФ № 22-28-00061)  
«Смарт-технологии как фактор социальной политики и терминологического планирования:  
социолингвистический подход», <https://rscf.ru/project/22-28-00061/>*

## **Введение**

В последние десятилетия информационные технологии активно внедряются в различные сферы жизнедеятельности общества, кардинально меняя наше понимание и видение происходящих в этих сферах процессов. Одна из таких областей – область терминологии, сформировавшаяся в трех измерениях: как коммуникативная практика, как самостоятельная научная дисциплина, как профессиональная практика. Применение информационных технологий в области терминологии позволяет, с одной стороны, интегрировать все три измерения в единый комплекс, а, с другой стороны, требует разработки новых методологических подходов для осуществления терминологической работы. Один из таких новых методологических подходов – термонтография, разработанная в рамках социокогнитивной теории терминологического планирования [1, 2, 3].

Поэтому целью нашей работы является демонстрация трансформаций терминологической деятельности и оценка ее перспектив в процессе применения информационных технологий (на примере термонтографии).

## **Результаты и дискуссия**

Терминология – достаточно молодая отрасль научной, коммуникативной и профессиональной деятельности, теоретически оформившаяся к 70-80-ым гг. XX в. Традиционно ее основная задача заключалась в определении того, что такое термин, как определяется значение термина, какие процедуры позволяют стандартизировать терминологическую работу. В связи с этим появилась общая теория терминологии О. Вюстера, в которой стандартизация терминов реализовалась за счет редукции значения термина по принципу «один концепт – один термин» [4]. То есть для одной специальной области знания допускалось включение в словарь только одного значения в виде термина от общего концепта (понятия). Например, концепт «операция» в области медицины сводился к термину «медицинская операция», все остальное искусственно ограничивалось.

Но в 90-ые гг. появляются другие теории терминологического планирования, которые показывают узость и некорректность такой нормы образования значения термина как «один концепт – один термин». В частности, коммуникативная теория терминологического планирования, которая демонстрирует, что значение термина является динамичным и не может быть зафиксировано раз и навсегда, поскольку зависит от контекста коммуникации [5]. Но в таком случае у терминологической работы утрачивается функция стандартизации, которая при всех издержках все же важна для терминологии и имеет практический эффект для социальной, правовой и экономической деятельности. В начале XXI в. появляется социокогнитивная теория терминологического планирования (Тиммерман Р., Кереманс К.), которая пытается совместить в своей теории решение двух проблем: невозможность прескриптивного определения значения термина и необходимость стандартизации в терминологической работе. Ключевым инструментом для такого совмещения стало активное применение информационных технологий в терминологическую деятельность. Что привело к появлению нового методологического подхода – термонтографии. «Термонтография — это мультидисциплинарный подход, в котором теории и методы социокогнитивного (многоязычного) терминологического анализа сочетаются с методами и руководящими принципами онтологического анализа» [2].

Иными словами, онтологии как результат использования информационных технологий выступают в качестве нового способа формирования реальности в информационной среде. Для терминологии, по сути, онтологии являются «хранилищем информации» в рамках специализированной или комплексной области знания, которую необходимо концептуализировать с целью преобразования последней в базу знаний. По сути, терминология становится предметом деятельности для инженеров-программистов, лингвистов, специалистов в используемой профессиональной области, терминологов, юристов, поскольку термонтография осуществляется при взаимодействии всех специалистов.

Теоретически социокогнитивная теория терминологии отказалась от нормы один концепт – один термин, введя новое терминологическое измерение «единицы понимания» (units of understanding), структурно включающие в состав значения термина два элемента: концепт и категорию. Категория – это та область значения, которая имеет структуру прототипа (значения, которые могут семантически пересекаться в разных областях знания). Концепт в социокогнитивной теории – эта та область значения, которая имеет уникальный смысл и не повторяется в других областях знания. Таким образом, формирование структур категорий в электронных базах данных позволяет стандартизировать значения терминов из различных баз знаний, а концептуальная составляющая позволяет сохранять открытость значения термина в зависимости от социальных, коммуникативных, лингвистических и иных обстоятельств.

Кроме того, в процессе применения термонтографии, когда базы знаний предстают как результат концептуализации баз данных (онтологий), помимо традиционных функций означивания и уточнения семантических полей, получают дополнительные функции, позволяющие междисциплинарным образом решать экономические, финансовые и правовые задачи. Например, бороться с мошенничеством в онлайн-торговле и уходом от налогообложения.

В частности, в Евросоюзе (ЕС) на основе термонтографии разработана технология FF POIROT (проект FF POIROT: IST–2001–38248), которая позволяет бороться с «карусельным мошенничеством» в плане ухода от НДС [3]. Дело в том, что поскольку Евросоюз – полигосударственное образование, где у каждого государства могут отличаться налоговая и правовая система, то это становится поводом для мошенников воспользоваться этими различиями. Учитывая, что обмен информацией между государствами Евросоюза идет медленно, то мошенники пользуются такими нюансами. Например, купить товар в одном государстве ЕС, продать его посреднику в другом государстве, не заплатив НДС и ликвидировав свою фирму. Поэтому, когда государство обнаруживает неуплату НДС, то получается ответ несет та фирма, которая купила товар, а не та фирма, которая ей продала, не уплатив НДС. Благодаря проекту FF POIROT: IST–2001–38248 удалось не только стандартизировать налоговое законодательство государств ЕС, но и внести сведения о таких фирмах мошенниках и их представителях в базы знаний, что, конечно, не дает гарантий от риска мошенничества, но заметно облегчает задачу при внимательном подборе торговых партнеров.

## **Заключение**

Подводя итог, можно констатировать, что термонтография в качестве методологического подхода, разработанного в рамках социокогнитивной школы терминологического планирования, демонстрирует перспективы использования информационных технологий в области не только терминологии, но и в любой другой области, где терминология играет основополагающую роль, чей функциональный потенциал выходит за пределы традиционных задач терминологии. Информационные технологии меняют сущность терминологической работы: от формирования словарей и справочников в специализированных областях знания до формирования онтологий специализированных областей знания и интеграции последних в «большие базы знаний». Поэтому здесь открывается перспектива для выявления новых функций терминологической деятельности, а также новых методологических приемов, осмысление, разработка и применение которых нам еще предстоит

## **Список использованных источников**

1. Temmerman R., Kerremans K. Termonography: ontology building and the sociocognitive approach to terminology description // Proceedings of CIL 17, 2003, vol. 7, pp. 1–10. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.academia.edu/851013/Termonography\\_Ontology\\_building\\_and\\_the\\_sociocognitive\\_approach\\_to\\_terminology\\_description](https://www.academia.edu/851013/Termonography_Ontology_building_and_the_sociocognitive_approach_to_terminology_description) (дата обращения: 04.02.2022).

2. Kerremans K., Temmerman R., Tummers J. Discussion on the Requirements for a Workbench supporting Termontography // Proceedings of the XIth Euralex International Congress. – 2004. – P. 550 – 557.
3. Kerremans K., Desmeyere I., Temmerman R., Wille P. Application-oriented terminography in financial forensics // Terminology. International Journal of Theoretical and Applied Issues in Specialized Communication. – 2005. – Vol. 11. – Iss. 1. – P. 83 – 106.
4. Wuster E. Introduction to the general theory of terminology and terminological lexicography. – Wien, Springer, 1979. – 176 p.
5. Cabré Castellví M.T. Theories of terminology. Their description, prescription and explanation // Terminology. – 2003. – № 9 (2). – P. 163 – 199.



## РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ПРОФИЛЯ СТУДЕНТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО

*М.И. Рублева<sup>1</sup>, студент гр.483  
Ф.Д. Пираков<sup>2</sup>, аспирант 2-го года обучения  
А.П. Клишин<sup>1</sup>, к.ф.-м.н., доц.*

<sup>1</sup>Томский государственный педагогический университет

<sup>2</sup>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

E-mail: rubleva\_mariya@mail.ru

### Введение

Современное общество предъявляет широкие требования к созданию кластера компетенций у современного молодого специалиста, что значительно влияет на состояние современного рынка труда и образовательных услуг [1]. Конкурентоспособный специалист должен сочетать профессиональные знания, так и личностные качества, позволяющие в короткие сроки решать профессиональные задачи.

Эффективным инструментом исследования достижений учащихся может служить система электронного портфолио [1-3]. Необходимо отметить, что представленных в ней данных недостаточно для построения индивидуальной траектории обучения. Необходимо привлечь новые информационные построения в рамках модели «цифрового электронного профиля» для выявления необходимых когнитивных параметров. В связи с этим была поставлена цель разработать приложение «цифровой профиль студента» на основе системы электронного портфолио.

### Цифровой профиль и когнитивная модель обучения студента

Для создания цифрового профиля определенного студента требуются исходные данные, такие, как: персональные данные, оценка успеваемости (показатели успеваемости по учебным дисциплинам в течение семестра, показатели оценок по зачетам/экзаменам), информация об участии в научно-исследовательской деятельности и т.п., награждения и т.д., которые были получены из системы электронного портфолио [4-6].

Исследование и анализ цифрового профиля позволяет говорить, что когнитивная компетентность учащихся включает следующие компоненты: мотивационную, познавательную и рефлексивно-оценочную, а также определяет способность к реализации когнитивных механизмов (анализа, планирования, целеполагания, рефлексии и др.) [7]. Исходя из когнитивного подхода при создании цифрового профиля были выделены следующие блоки данных: когнитивные параметры, персональные данные, компетенции, трек активности, достижения, увлечения, технические навыки (рис. 1).

Когнитивная модель студента для цифрового профиля учитывает в нашем случае познавательные способности, психические особенности, социально-обусловленные, способность к рефлексии, а также, сложившийся уровень личностного опыта и профессиональной компетентности. Отдельным компонентом организации процесса обучения в когнитивной модели следует считать техническая оснащенность обучаемого. С учетом современных представлений о динамической структуре личности и основываясь на современном понимании профессиональной компетентности, приведем факторы, которые влияют на когнитивную модель (табл.1).

Таблица 1. Факторы, влияющие на когнитивную модель обучающегося в вузе

№	Наименование	Способности
1.	Познавательные способности	Мышление, память, внимание, воображение, восприятие, интеллект
2.	Социально-обусловленные особенности	Мотивация, мировоззрение, морально-волевые качества
3.	Биопсихические особенности	Темперамент, гендерные, возрастные особенности
4.	Рефлексия	Способность к самоанализу, самооценка,
5.	Компетенции	Знания, умения, навыки
6.	Техническая оснащенность	Доступ к цифровым и образовательным технологиям

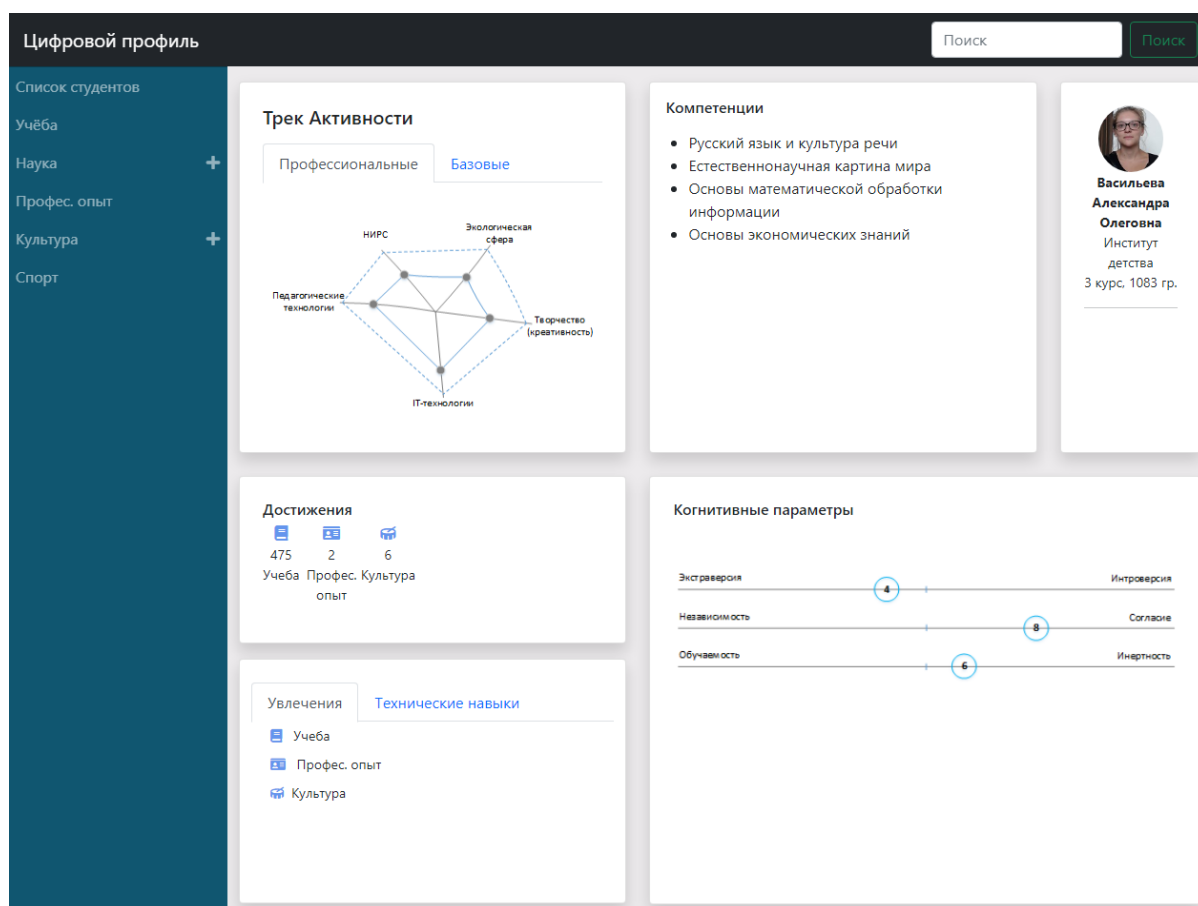


Рис. 1. Главная форма цифрового профиля студента.

## Заключение

Для решения проблем, связанных с аналитическим обоснованием принимаемых управленческих и педагогических решений в вузе, разработана когнитивная модель студентов для цифрового профиля на основе системы электронного портфолио. Модель служит основой для выделения когнитивных показателей ученика в блоке цифрового профиля. Данная модель позволяет отслеживать индивидуальную траекторию студента и сопоставлять планируемую и реальную успеваемость учащегося.

При проектировании и создании информационной системы были использованы такие программные средства: XAMPP, PhpStorm, Ramus, Bootstrap, JavaScript, HTML, CSS, Microsoft Visio.

## Список использованных источников

1. Пираков Ф.Д., Клишин А.П., Ахметова Л.В. Система электронного портфолио обучающегося (е-портфолио) как элемент информационной среды управления учебным процессом в педагогическом вузе // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. 2018. Вып. 1 (90). С. 148-154.
2. Фадеев А.С., Змеев О.А., Газизов Т.Т. Модель университета 4.0 // Научно-педагогическое обозрение. 2020. Вып. 2(30). С. 172-178.
3. Пираков Ф. Д., Клишин А. П., Ерёмкина Н. Л., Клыжко Е. Н. Разработка и применение системы электронного портфолио обучающегося в вузе // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2019. Т. 17. № 4. С. 87–100.
4. Самборская Л.Н., Мясникова Л.А. Основные методы построения модели «Цифровой профиль» на примере школ Москвы // Интерактивная наука. 2017. Вып. 3(13). С. 68-85.
5. Вихман В.В., Ромм М.В. «Цифровые двойники» в образовании: перспективы и реальность // Высшее образование в России. 2021. Т.30. №2. С. 22-28.
6. Балакин М.А. Проектирование современной цифровой среды для управления основными образовательными программами в ВУЗе // Педагогические науки. 2020. Т. 9. № 2(31). С. 31-34.
7. Лемешова Е.В. Формирование у студентов когнитивной компетентности на основе интерактивных технологий обучения в вузе // Вестник Брянского государственного университета. 2015. № 1. С. 48-53.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ТРУДОУСТРОЙСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ И ВЫПУСКНИКОВ

*Е.С. Селиванова, студент гр. 483*  
*А.П. Клишин, к.ф.-м.н., доц. кафедры информатики*  
*Томский государственный педагогический университет*  
E-mail: lisa.3inbox@gmail.com

## **Введение**

В настоящее время одним из важных вопросов для высших учебных заведений является последующее трудоустройство обучающихся. Тема положения студентов на рынке труда служит, своего рода, показателем качества образовательной деятельности в вузе [1]. Так как, по окончании вуза часть студентов трудоустраивается не по специальности, что приводит к нехватке специалистов в определенных отраслях, и ставит под сомнение эффективность инвестиций государства в образование. В связи с этим актуальной задачей является разработка веб-приложение для анализа данных трудоустройства обучающихся и выпускников, которое позволяет создать и поддерживать эффективную обратную связь выпускников с вузом, а также объективно оценивать и контролировать успеваемость студентов, и тем самым гарантировать их дальнейший успех в трудоустройстве [2, 3].

## **Веб-приложение для анализа данных трудоустройства обучающихся и выпускников**

Благодаря развитию информационных технологий в вузе появилась возможность анализировать данные и формировать их в графической форме на платформе единой электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Основные задачи, решаемые путем применения ЭИОС, следующие:

1. Обеспечение доступа к электронным информационным и образовательным ресурсам;
2. Фиксация хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
3. Формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
4. Проведение всех видов занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Используя ресурсную базу ЭИОС, а именно данные касающиеся фиксации результатов промежуточной аттестации и информацию, хранящуюся в электронном портфолио, становится технически возможным разработать информационную систему для их анализа.

Таким образом, в разрабатываемой программе результаты обучения по семестрам будут входными данными, и поступать из электронного портфолио по API. При этом к имеющимся результатам, добавляются баллы по соответствующим категориям, а именно: научно-исследовательская, общественная, культурно-творческая и спортивная деятельность. Начисление баллов осуществляется по категориям в соответствии с оценкой:

1. Если оценка 5, то добавляется 1 балл;
2. Если оценка 4 или 3, то добавляется 0.5 балла;
3. Если оценка 3, то добавляется 0.25 балла;
4. По категориям начисление баллов происходит равномерно по всем семестрам.

Данные о трудоустройстве предоставляет пенсионный фонд в csv формате, а их получение происходит при помощи метода, основанного на парсинге данных. После, на основании полученных данных, был сформирован словарь со значениями, которые соответствуют полученной специальности и профессии ('СОШ', 'МАДОУ', 'воспитатель', 'преподаватель', 'учитель', 'педагог', 'МАОУ', 'МБОУ', 'тренер', 'Школа', 'МКДОУ', 'ОГБПОУ').

В процессе разработки веб-приложения были получены и использованы данные: id, ФИО, группа, специальность направления, должность, профиль обучения, работодатель, место жительства, оценки и категории, дисциплина полученной оценки, семестр.

Результатом работы программы являются графики рейтинга студента (выпускника), построенные на основе обработки полученных данных из вышеперечисленных информационных систем и источников данных, примеры которых приведены на рисунках 1 и 2.

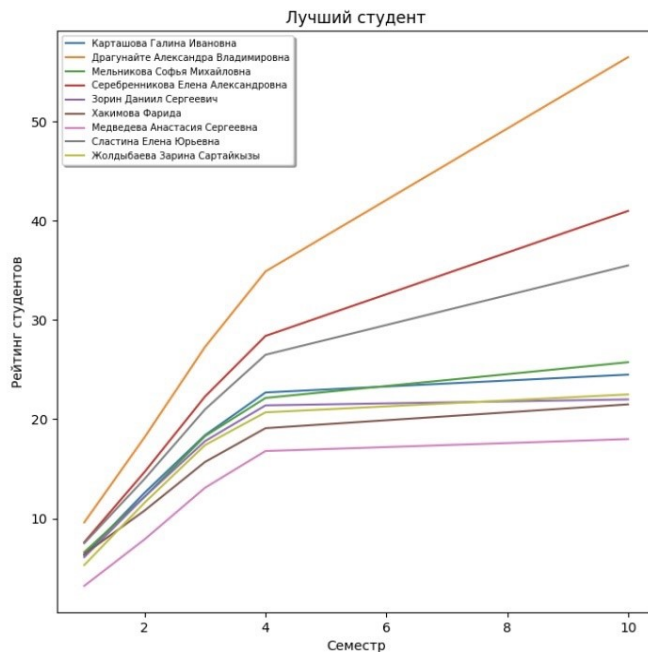


Рис. 1. Рейтинг лучшего студента группы

ФИО: Зорин Даниил Сергеевич

Является учителем: True

Место работы: MAOY COШ №34 г. Томска,  
учитель русского языка и литературы

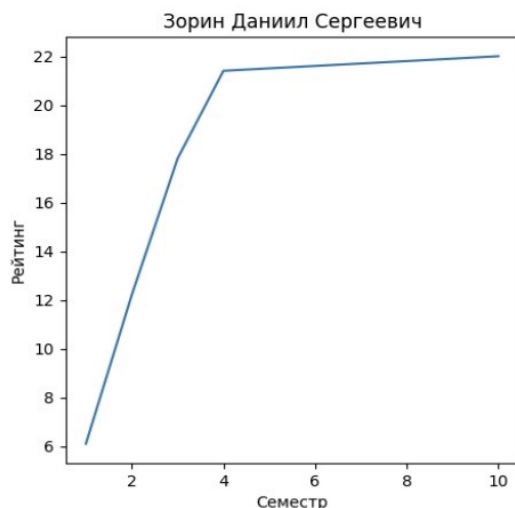


Рис. 2. Рейтинг успеваемости выпускника с указанным местом работы

## **Заключение**

В ходе выполнения работы было спроектировано и разработано веб-приложение для анализа данных трудоустройства обучающихся и выпускников. Формирование визуального контента в формате графика, помогает выявить наглядным образом лучшего студента группы, факультета и, всего ВУЗа.

В результате добавления данных о выпускниках вуза реализована функциональность, которая позволяет просматривать их траекторию последующего трудоустройства. Такая возможность программы может быть использована для построения новых показателей качества обучения и освоения учебной программы студентов и выпускников Вуза. При анализе и просмотре количества баллов обучающегося или выпускника, можно наглядно выявить в программе его активность не только в учебной деятельности, но и в других направлениях.

## **Список использованных источников**

1. Борисова А. А., Ряполова К. В. Информационное сопровождение трудоустройства выпускников вузов [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-soprovozhdenie-trudoustroystva-vyusknikov-vuzov> (дата обращения: 10.02.2022).
2. Система мониторинга трудоустройства выпускников как фактор повышения эффективности образовательной деятельности вуза [Электронный ресурс]. – URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37422> (дата обращения: 12.02.2022).
3. Побединский, Е.В. Проектирование веб-сайтов с использованием технологий PHP, HTML, CSS и WordPress: учеб. пособие / Е.В. Побединский, В.В. Побединский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. – 115 с.

# НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ СЕРВЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СРАВНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БАЗЫ 1С НА РАЗЛИЧНЫХ СУБД

*Д.В. Титарев, к.т.н., доц.,  
С.И. Семенков, магистрант  
Брянский государственный технический университет  
E-mail: semenkov19855@mail.ru*

## Введение

«1С:Предприятие» — программный продукт компании «1С», предназначенный для автоматизации деятельности различных предприятий. Для корректной работы информационной системы на базе платформы «1С:Предприятие 8» необходима система управления базами данных (далее СУБД). Существует много различных СУБД, способных обеспечить необходимый уровень производительности и стабильности, часть из них распространяется бесплатно, например, PostgreSQL, однако останется проблема возможной потери производительности или нестабильной работы прикладного решения при переходе на новую СУБД.

Для расчётов требований к оборудованию и тестирования пользовательских систем «1С:Предприятие» был разработан специальный программный модуль, который позволяет выполнить нагрузочное тестирование основных узлов.

Тест-центр — инструмент автоматизации многопользовательских нагрузочных испытаний информационных систем на платформе «1С:Предприятие 8».[4] С его помощью можно моделировать работу предприятия без участия реальных пользователей, что позволяет оценивать применимость, производительность и масштабируемость информационной системы в реальных условиях.

## Архитектура

Тест-центр (рис. 1), представляет собой конфигурацию, реализующую механизм управления процессом тестирования.[2]

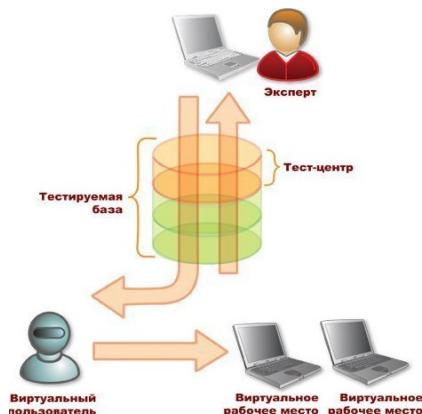


Рис.1 Архитектура Тест-центра

Для того чтобы обычный пользователь мог понять насколько текущая СУБД подходит основным требованиям, необходима численная мера. В качестве нее может быть рассмотрен Ardex.

Ardex – числовая мера удовлетворенности пользователей производительностью приложений. Для ее расчета собирается множество статистических данных о времени исполнения операций приложением. Далее производится компоновка данных, с учетом факторов влияния, и математическое преобразование, которое приводит их к значению в интервале от «0» до «1».

Методика Ardex предоставляет готовый алгоритм, приводящий к простому значению разнородные факторы и множество статистических данных о производительности. Главное преимущество методики состоит в простом результате для быстрой оценки состояния производительности ИС.

Интервалы значений Ardex имеют логическое соответствие простым критериям оценки «хорошо», «плохо», «неприемлемо», которые понятны пользователям.

Индекс строится на основании фактических данных, полученных при работе всех пользователей приложения. Результирующая оценка производительности по методике Apdex является общей, фактической и объективной.

$$Apdex = \frac{\text{Кол-во операций в зоне "Довольны"} + \frac{\text{кол-во операций в зоне "Удовлетворены"}}{2}}{\text{Общее кол-во операций}} \quad (1)$$

	сервисные и регламентные операции	справочное размещение на складе	передача товаров на комиссию	закупка комиссионных товаров	полный
pgsql	0.781	0.687	0.744	0.645	0.504
sql	0.792	0.749	0.739	0.766	0.709
linuxpg	0.586	0.523	0.618	0.654	ошибка
http	0.632	0.701	0.610	ошибка	ошибка
sql_last	0.845	0.765	0.710	0.782	0.834

облачный сервис 2 cpu 8gb				
итерации	вrm	время	apdex	
1		33	4887	0,769
2		40	4686	0,68
3		47	5505	0,704
4		54	5511	0,356
5		61	5514	0,354
6		68	5523	0,31

облачный сервис 4 cpu 16gb				
итерации	вrm	время	apdex	
1		70	908	0,458
2		80	912	0,412
3		90	916	0,338

облачный сервис 8 cpu 16gb +2				
итерации	вrm	время	apdex	
1		70	907	0,57
2		80	909	0,498
3		90	911	0,366
4		100	925	0,348

Рис.2. Результаты тестирования

Исходя из вычислений, которые были произведены на базах данных, развёрнутых на PostgreSQL и SQL можно сделать вывод о том, что SQL превосходит по скорости PGSQL.

На рисунке 2 можно увидеть, что при увеличении количества оперативной памяти и рабочих ядер процессора возрастает производительность. Это видно по колонке «вrm» (виртуальные машины) и колонке со значением apdex. Таким образом, при увеличении мощности сервера apdex либо не уменьшается, либо уменьшается незначительно.

### Заключение

Для проведения данного исследования тест-центр был встроен как внешняя компонента для «IC-Предприятия» на рабочую базу данных «IC:Управление торговлей» и выполнено тестирование для нескольких СУБД (PostgreSQL, Mysql). Тест-центр позволяет организовать тестирование пользователем, не обладающим глубокими знаниями в среде разработки 1С.

Для сравнения различных СУБД использовалась метрика Apdex. В результате проведенного исследования было выявлено, что PostgreSQL, показала себя лучше в плане производительности, при этом она является свободно распространяемой, что снижает затраты при запуске системы.

### Список использованных источников

1. Сравнительный анализ современных систем управления базами данных. Соломко Д.С., Тюнин Е.Б. В сборнике: Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты. Сборник материалов II всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 176-180.
2. Сравнение систем управления базами данных SQLite, MySQL, PostgreSQL Тупкина М.А. В сборнике: Студенческая наука для развития информационного общества. Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции. 2018. С. 345-347.
3. Анализ программных средств для организации электронного документооборота на предприятии Паршин А.А., Егорова Е.С. Тенденции развития науки и образования. 2020. № 68-1. С. 92-96.
4. Оптимизация работы MySQL Хромушкин Р.Р. В сборнике сборник статей X Международной научно-практической конференции. 2019. С. 54-56.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*И.В. Цанко, к.т.н., доц.,  
К.В. Смолякова, студент гр. ЗНМ15  
Томский политехнический университет  
E-mail: kvs29@tpu.ru*

## **Введение**

В настоящий момент практически нет областей человеческой деятельности, где бы не использовалась компьютерная техника и функционирующее на нем программное обеспечение (ПО). Поэтому любой программный сбой становится большой проблемой для предприятия вне зависимости от его размера и сферы деятельности. Для предотвращения нежелательных потерь, связанных с неправильным функционированием программного обеспечения, а также для снижения стоимости разработки, в цикл разработки ПО введен этап, посвященный его тестированию.

Для создания высококачественного, надежного и конкурентоспособного программного обеспечения необходимо как можно раньше обнаружить возникшие в нем дефекты и обеспечить своевременную обратную связь с заказчиком. Одним из возможных путей решения проблемы сокращения времени, затрачиваемого на разработку ПО, является автоматизация процесса тестирования. Изначально автоматизация использовалась только для сокращения времени, отводимого на тестирование, впоследствии к этому добавилось обеспечение оптимального тестового покрытия и более эффективное использование тест-кейсов.

Целью данной работы являлась разработка тестовых сценариев и проведение сравнительного анализа использования автоматизированного и ручного тестирования программного обеспечения.

## **Используемые инструментарии и описание алгоритмов**

Для автоматизации тестирования были выбраны следующие инструменты:

- Selenium – набор программ с открытым исходным кодом, широко используемых для тестирования веб-сайтов и приложений.
- Технология Robotic Process Automation (RPA), базирующаяся на использовании программных роботов, имитирующих действия человека, посредством взаимодействия с интерфейсом информационной системы.

Для проведения сравнительного анализа был использован один набор тест-кейсов, проверяющий работу пользовательского интерфейса веб-приложения, а именно модуля авторизации и добавления элемента.

Для написания скриптов автоматизированных UI-тестов с использованием Selenium [1] использовался Selenium WebDriver, который представляет интерфейс для работы с различными браузерами напрямую из кода. В качестве языка программирования был выбран Python и среда разработки PyCharm. Структура автоматизированных тест-кейсов строится на паттерне программирования – Page Object, поэтому взаимодействие браузера с каждой страницей веб-приложения описывается в отдельном классе, так же, как и набор локаторов, предоставляющий доступ к элементам каждой страницы. Запуск автоматизированных тест-кейсов выполнялся через консоль, где выводился отчет о тестировании с результатами теста.

Для разработки автоматизированных тест-кейсов с использованием RPA была выбрана платформа UiPath [2] и ее специальный для тестирования продукт UiPath Test Suite. Данный продукт охватывает весь процесс тестирования от планирования до реализации и анализа результатов. За разработку автоматизированных тест-кейсов отвечает компонент UiPath Studio Pro. Там и были построены тестовые сценарии, в виде блок-схем по формуле Given-When-Then. После чего разработанные тест-кейсы были опубликованы из Studio Pro в специализированную среду – Orchestrator. Запуск и проведение тестовых сценариев осуществляется с помощью программных роботов. Также тест-кейсы в оркестраторе можно объединять тест-наборы, которые можно запускать самостоятельно, по расписанию или с использованием плагина CI/CD.



### Тестирование алгоритма поиска

Для оценки эффективности от внедрения автоматизации был использован показатель эффективности, учитывающий временные затраты на проведение тестирования [3]:

$$ROI = \frac{T_M - T_A}{T_M}, \quad (1)$$

где  $T_M$  – временные затраты на проведение ручного тестирования,  $T_A$  – временные затраты на проведение автоматизированного тестирования.

При этом

$$T_M = T_{M0} + \sum_{i=0}^n (T_{Me} + T_{Ma} + T_{Mm}), \quad (2)$$

где  $T_{M0}$  – это время, потраченное на разработку первоначальных тест-кейсов,  $T_{Me}$  – время, потраченное на однократное выполнение набора тест-кейсов,  $T_{Ma}$  – предполагаемое время на анализ результата ТОВ,  $T_{Mm}$  – время, отводимое на сопровождение тест-кейсов.

А

$$T_A = T_{A0} + \sum_{i=0}^n (T_{Ae} + T_{Aa} + T_{Am}), \quad (3)$$

где  $T_{A0}$  – это время, потраченное на разработку первоначальных тест-кейсов,  $T_{Ae}$  – время, потраченное на однократное выполнение набора тест-кейсов,  $T_{Aa}$  – предполагаемое время на анализ результатов,  $T_{Am}$  – время на сопровождение тест-кейсов.

На основании расчетов были построены диаграмма временных затрат, показывающая общее время, затраченное на тестирование и диаграмма эффективности, отображающая эффективность от внедрения автоматизации. Данные диаграммы представлены на рисунке 1.

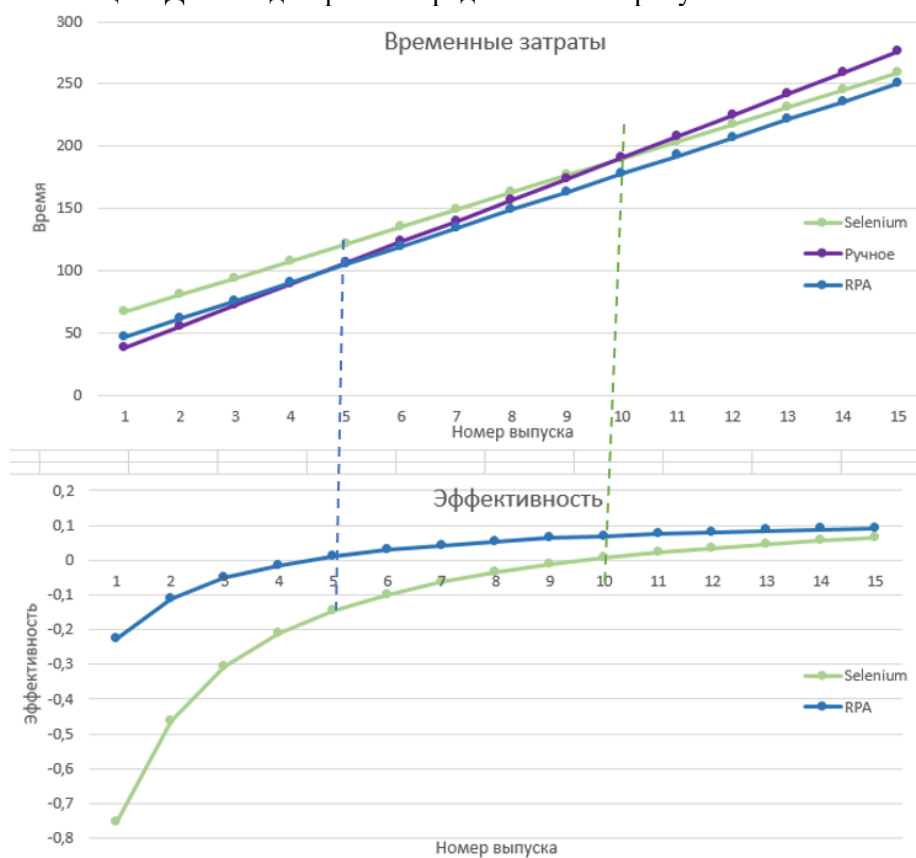


Рис. 1. Диаграммы эффективности.

Из представленных графиков можно видеть, что эффективность от автоматизации тестирования на Selenium возникает только после 10 выпуска продукта, тогда как эффективность от автоматизации на RPA возникает уже после 5 выпуска. Из этого можно сделать вывод, что для рассматриваемого модуля эффективность от автоматизации на RPA выше, чем от автоматизации на

Selenium. Но также стоит отметить, что все зависит от планируемого количества выпусков в системе и от авторизуемого модуля.

### **Заключение**

На основании проведенного сравнительного анализа инструментов автоматизированного тестирования можно выделить такое преимущество использования технологии RPA и инструмента UiPath, как единое автоматизированное пространство, охватывающее все этапы жизненного цикла процесса тестирования программного обеспечения. Этот факт дает неоспоримое преимущество при хранении ручных тестовых сценариев и требований. Помимо этого, возможности удобной интеграции с другими системами позволяют быстрее вовлечь его в существующий рабочий процесс тестирования. К сожалению, стоимость указанного инструмента не позволяет широко его внедрять для автоматизации процесса тестирования.

### **Список использованных источников**

1. Selenium with Python [Электронный ресурс] / URL: <https://seleniumpython.readthedocs.io/index.html>, свободный. – Дата обращения: 16.04.2021.
2. UiPath Academy [Электронный ресурс] / URL: <https://academy.uipath.com/static-page/5>. – Дата обращения: 02.06.2021.
3. Гребенюк Виктор. Оценка целесообразности внедрения автоматизированного тестирования. / Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №1 2013 / URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/13tvn113.pdf>. – Дата обращения: 08.06.2021.

# РАЗРАБОТКА РЕДАКТОРА МНЕМОСХЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РЕКОНФИГУРАЦИИ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

*С.Г. Цанко, к.т.н., доц. ОИТ ИШИТР,  
О.Р. Соболев, студент гр. 8К03,  
Томский политехнический университет  
E-mail: ors4@tpu.ru*

## **Введение**

Современные спутниковые системы ретрансляции и связи имеют сложную структуру ретрансляционного оборудования. Этот факт усложняет работу оператора центра управления полетами (ЦУП) при использовании не интерактивных схем управления полезной нагрузкой (ПА) космического аппарата (КА). В настоящее время для управления ПН используются три варианта реализации: не интерактивные мнемосхемы, интерактивные мнемосхемы и интерактивные мнемосхемы с автоматическим построением маршрута между приёмо-передающими антеннами [1].

Данная работа подразумевает исследование возможностей разработки компьютерной программы для проектирования интерактивных мнемосхем, используемых программным комплексом реконфигурации полезной нагрузки (ПК РПН).

## **Программный комплекс реконфигурации полезной нагрузки**

Программный комплекс реконфигурации полезной нагрузки (ПК РПН) предназначен для автоматизации процесса управления многоствольным бортовым ретрансляционным комплексом на основе интерактивной топологической схемы с автоматическим построением маршрута прохождения сигнала [2]. Программное обеспечение позволяет по данным телеметрии сформировать циклограммы командно-программной информации для управления полезной нагрузкой [3].

При разработке системы управления новой ПН логика и мнемосхема ПН встраивается в код ПК РПН, что делает его применение ограниченным в пределах заданного космического аппарата.

## **Проблемы**

Интерактивные схемы решают множество задач оператора, однако процесс их проектирования и эксплуатации в ПК РПН осложняется следующими проблемами:

- Число элементов схемы велико, между ними существует множество иерархических связей, непосредственно влияющих на функционирование схемы.
- Построение уникальных схем для всего множества конфигураций полезных нагрузок и их адаптации для отдельных ПК РПН занимает слишком много времени.
- В процессе эксплуатации возникает необходимость динамически менять и редактировать мнемосхемы в зависимости от состояния полезной нагрузки.
- Графическое представление элементов интерактивной схемы должно учитывать логику их поведения, меняться в зависимости от текущего состояния компонента, отображать атрибутивную информацию. Таким образом, для создания элемента схемы требуется его подробное описание и программирование.

## **Модульная структура программного комплекса реконфигурации полезной нагрузки**

Авторами работы предложено разделить ПК РПН на функциональный модуль, обеспечивающий функционирование ПК с любой интерактивной мнемосхемой, которая может быть подключена в процессе инициализации и загрузки исходных данных на этапе запуска ПК РПН. Модуль интерактивной мнемосхемы включает в себя графическое представление мнемосхемы, логику срабатывания элементов, интерактивные окна для управления элементами и отображения телеметрической информации (ТМИ).

Модульный подход к организации ПК РПН позволяет организовать оперативный доступ к мнемосхемам посредством базы данных (БД), что также создаёт условия для реализации независимого редактора мнемосхем и подредакторов, взаимодействие с которыми проиллюстрировано на рисунке 1.

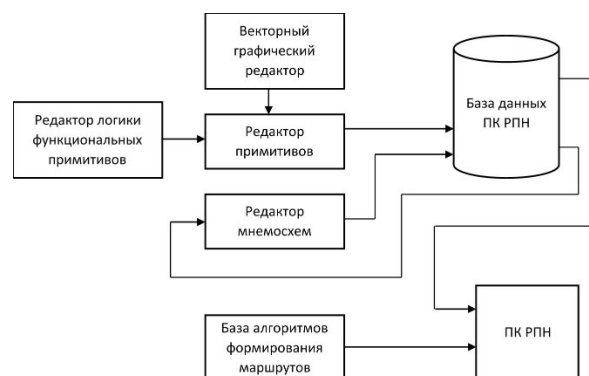


Рис. 1. Взаимодействие ПК РПН и редактора мнемосхем

### Редактор примитивов

Редактор примитивов необходим для формирования минимальных функциональных единиц схемы (примитивов) и их характеристик: возможные состояния, атрибутивная информация, логика срабатывания. Здесь же создаются интерактивные окна, обеспечивающие вывод необходимой информации по запросу оператора.

Предлагается использование подредактора для определения входов/выходов, встречных и обратных связей примитивов, что необходимо для дальнейшего формирования схемы.

Таким образом, редактор примитивов связывает векторные графические представления и функциональность отдельных элементов схемы, сохраняет их в БД для дальнейшего использования в редакторе мнемосхем.

### Редактор мнемосхем

Редактор мнемосхем позволяет в интерактивном режиме выбирать примитивы из БД и расставлять на холсте. Связь между примитивами образуется при наведении и фиксации входов/выходов примитивов.

Задачей редактора мнемосхем является формирование xml-отображения схем, предназначенных для хранения в БД и дальнейшего использования модулем интерактивных мнемосхем при функционировании ПК РПН.

### Разработка редактора мнемосхем

В настоящее время идёт исследование возможных подходов к реализации редактора мнемосхем, определение состава его подредакторов и их функциональных возможностей. На обсуждение вынесены механизмы взаимодействия редактора мнемосхем и БД. Дополнительного анализа требует подход к реализации логики функциональных примитивов и интеграции схемы в интерактивный модуль ПК РПН.

### Заключение

Рассмотренный выше подход позволяет создать независимый редактор мнемосхем со всеми подредакторами. Первоочередной задачей является разработка редактора примитивов. Дальнейшим вектором развития должна стать разработка редактора мнемосхем и адаптация ПК РПН к работе с мнемосхемами. Создание прототипа программы со всеми подредакторами предположительно займет 1 – 1.5 года.

### Список использованных источников

1. Г. П. Цапко, Я. А. Мартынов. Единая информационная среда создания и сопровождения бортового программного обеспечения спутников навигации и связи //Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники(ТУСУР).—2015 г.
2. Додонов А.Р. Принципы организации бортовых вычислительных комплексов автоматических космических аппаратов // Достижения науки и образования. 2018. № 8 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiyu-organizatsii-bortovyh-vychislitelnyh-kompleksov-avtomaticheskikh-kosmicheskikh-apparatov>

# ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ВУЗЕ

*Д.Р. Фролова, магистрант гр. 414М  
А.П. Клишин, к.ф.-м.н., доц. кафедры информатики  
Томский государственный педагогический университет  
E-mail: frolovadr@yandex.ru*

## **Введение**

В связи с развитием российской системы образования, внедрением новых образовательных программ и нормативных документов в учебный процесс, а также увеличением числа управленческих задач, решаемых в вузе, количество управленческой, учебной и другой документации значительно возросло. Задачи эффективного документационного обеспечения системы управления вузом и учебного процесса стоят особенно остро в университете, что в целом влияет на эффективность его работы и замедляет поступательное развитие вуза в современной сложившейся обстановке [1,2].

Целью представленной работы являлось исследование имеющихся проблем связанных с внедрением системы электронного документооборота в Вуз, а также рассмотрение особенностей внедрения системы электронного документооборота на платформе 1С:Документооборот.

## **Основные проблемы внедрения электронного документооборота в Вуз**

Современные университеты, считаются сложными по структуре и управлению организациями, которые с точки зрения внедрения информационных технологий, имеют ряд технических и организационных особенностей [1-3]. Документооборот высших учебных заведений содержит собственную специфику, а именно, большое количество бумажных документов, отвечающих за образовательную, научную и управленческую работу [1].

Существует ряд особенностей ведения электронного документооборота в Вуз, которые в свою очередь, порождают ряд проблем автоматизации ведения документооборота:

### *Организационные проблемы*

1. Неподготовленность персонала (слабая мотивация, требуется переподготовка и новые компетенции и навыки работы). Отсутствие высококвалифицированных специалистов в области СЭД и технологий обработки электронных документов. Недоверие пользователей и руководителей подразделений. Высокая прозрачность при работе с электронными документами может выявить психологическую неготовность использовать новые методы работы. На первоначальном этапе внедрения возможно увеличение нагрузки на работника. Требуется адаптация к новым бизнес процессам и условиям работы.
2. Повторение данных в различных программах. Недостаточная актуальность документов [1]. Потеря документов, существенные временные затраты сотрудников при работе с документом [2-4]. Требуется дополнительная оптимизация бизнес процессов в вузе.
3. Высокая структурная динамика подразделений в результате реформ образовательной деятельности. Может потребоваться перенастройка СЭД в связи с требованиями новой структурной реорганизации.

### *Технические проблемы*

4. Значительные вложения на начальном этапе внедрения СЭД (покупка, настройка, экспертиза). Затраты на дополнительное оборудование (серверы, программное обеспечение и др.)
5. Слабая формализация и неопределенность бизнес-процессов, протекающих в Вуз [1].
6. Низкая скорость обработки документов и возникновение задержек при обработке документов, высоко-затратный и неэффективный поиск документов [3,4].
7. Разделение доступа к электронным документам, а также обеспечения сохранности и резервирования.

### *Проблемы, связанные с ориентацией на бумажные технологии*

8. Материальные затраты на поддержку бумажных технологий документооборота. Необходимость строгого хранения отчетности в бумажной форме [3-4].
9. Малоэффективный контроль за исполнением поручений.

### *Административно-правовые проблемы*

10. Использование электронной подписи. Высокая стоимость владения, ограниченные сроки владения, ротация работников. Неурегулированность статуса некоторых электронных документов [3-4].

### Особенности внедрения электронного документооборота в Вузе

Для исследования особенностей внедрения СЭД в вузе, было проведено анкетирование сотрудников основных подразделений вуза (n=45) на примере Томского государственного педагогического университета. Как показывают результаты анкетирования, персонал готов перейти на электронный документооборот. СЭД 1С:Документооборот является одним из наиболее подходящих вариантов. Данная система позволяет быстрее реализовывать различного рода бизнес-процессы, наиболее полно отвечает вышперечисленным проблемам внедрения СЭД, а также является интуитивно понятной для пользователя.

Изучение вопросов, связанных с возможностью внедрения СЭД в ТГПУ на широкой выборке по основным подразделениям ТГПУ показало, что все сотрудники ТГПУ, заинтересованы во внедрении СЭД, имеют положительное отношение к внедрению СЭД (рис.1).

Вопрос 1. Ваше отношение к внедрению электронного документооборота?

33 ответа

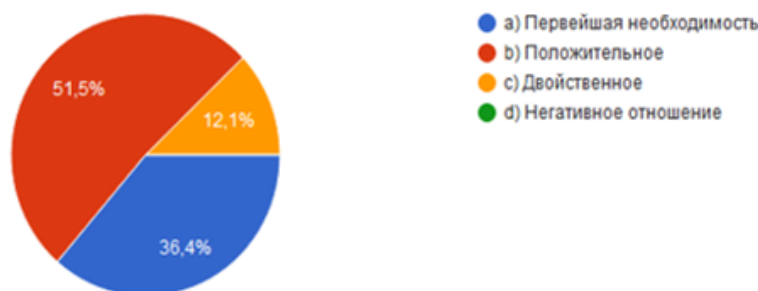


Рис 1. Отношение к внедрению СЭД

Внедрение и эксплуатация информационной системы 1С: Документооборот 8 ПРОФ в образовательной организации ТГПУ, заметно позволит сократить время на обработку различного рода документации, за счёт сокращения работы с бумажным документооборотом, что заметно повысит в целом эффективность работы сотрудников вуза.

### Заключение

Эффективное внедрение СЭД на основе анализа представленных проблем позволит значительно сократить работы по автоматизации бизнес процессов обработки документами в вузе. Использование СЭД при работе с документами позволит создавать, оформлять, регистрировать, контролировать потоки документов внутри вуза, контролировать исполнение, знакомиться с информационно-справочными документами, осуществлять прием-регистрацию документов и создание электронного архива.

Ожидаемые эффекты от внедрения СЭД: экономия рабочего времени (это прежде всего: затрачиваемое на перемещение сотрудников в разные корпуса), сокращение времени на подготовку и согласование документов, использование шаблонов и автоматизированных отчетов, быстрый доступ к необходимой информации, уведомления, повышение оперативности, мобильность.

### Список использованных источников

1. Клишин А.П., Волкова Н.Р., Еремена Н.Л., Мытник А.А., Клыжко Е.Н. Подходы к автоматизации документооборота в Вузе. // Вестник НГУ. Серия: Инф. технологии. Т.15. №1. 2017. – С. 36-46.

2. Игнатова Ю.Ю., Костенкова Е.Ю. Основные проблемы внедрения систем электронного документооборота. // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». [Электронный ресурс]. – URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018019985> (дата обращения: 27.02.2022 )
3. Ченушкина, С. В., Нарваткина Н. С. Автоматизации деятельности Российского государственного профессионально-педагогического университета с использованием системы «1С: Университет». // Новые информационные технологии в образовании: Материалы IX международной научно-практической конференции. Екатеринбург: РГППУ. 2016. – С. 191-194.
4. Ланская Д.В., Арефьева И.В. Анализ преимуществ и проблем внедрения системы электронного документооборота в организацию // Деловой вестник предпринимателя. № 1(1). 2020. – С.48-54.

## СМАРТ ОБРАЗОВАНИЕ (SMART EDUCATION) КАК НОВАЯ ПАРАДИГМА ОБРАЗОВАНИЯ

*М.А. Чмыхало, учащийся гр. 041 МБОУ Лицей при ТПУ  
А.Ю. Чмыхало, к.ф.н., доц., доцент ОСГН  
Томский политехнический университет  
E-mail: sanichtom@tpu.ru*

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект РНФ № 22-28-00061)  
«Смарт-технологии как фактор социальной политики и терминологического планирования:  
социолингвистический подход», <https://rscf.ru/project/22-28-00061/>*

### **Введение**

Говоря об умных технологиях, многие исследователи подчеркивают принципиальное онтологическое различие между информационными технологиями прошлых десятилетий и смарт-технологиями, а также между образованием прошлого и современным его состоянием. В частности, Klichowski M. указывает, что с сер. 1990-х гг. в эволюции информационных технологий в образовании необходимо выделить несколько этапов: 1) с 1996 г. - начало внедрения ИТ в образование с использованием персонального компьютера, 2) с 2003 г. - e-learning (электронное обучение или обучение с помощью интернета и мультимедиа), 3) с 2005 г. – m-learning (электронное обучение с использованием мобильных устройств), 4) с 2010 г. – u-learning (учебные среды могут быть доступны в различных контекстах и ситуациях), 5) с 2012 г. - Smart Education [1]. В различных исследованиях в целом признается, что Smart Education (умное образование) - это результат эволюции и самый передовой этап изменения образования под влиянием информационных технологий, вызванный к жизни появлением таких ИТ, как технология дополненной реальности, компьютерное зрение, технологии распознавания речи и т.д., которые способствовали увеличению эффективности обучения студентов с учетом их личных характеристик [2]. Тем не менее среди исследователей до сих пор нет единства в представлении того, что же оно собою являет, как нет единства и в терминологии, обозначающей те или иные «умные» технологии, используемые в сфере образования.

Поэтому целью работы является демонстрация отличительных черт смарт образования, которые могли бы позволить говорить о нем не только как о понятии, интегрирующем в себе новые тенденции в образовании в условиях развития информационных технологий, но и как о новой парадигме образования.

### **Результаты и дискуссия**

Одними из первых по поводу Smart Education высказались эксперты компании IBM. Они определили смарт образование как междисциплинарную систему образования, ориентированную на учащихся, связанную со школами, учреждениями третичного образования (колледжи, техникумы) и учреждениями подготовки кадров, которая использует 1) адаптивные обучающие программы и учебные портфолио для студентов, 2) совместные технологии и цифровое обучение а также ресурсы для учителей и студентов, 3) компьютеризированное администрирование, мониторинг и отчетность учителей о результатах обучения в классе, 4) более подробную информацию об учащихся, 5) онлайн-ресурсы обучения для студентов во всем мире.

Несколько иной подход к пониманию умного образования был представлен Cocoli M., Guercio A., Maresca P., Stanganelli L. [3]. Они описывают умное образование как образование в умной среде, поддерживаемой интеллектуальными технологиями, с использованием интеллектуальных инструментов и интеллектуальных устройств. Для обозначения технологий смарт-образования используются и другие понятия, например, понятие «смарт среда обучения» (Smart Learning Environment), адаптивные системы обучения (adaptive learning systems (ITSs)), сетевые системы обучения (web-based learning systems) и др. Например, в работах Hwang G.J. [4] по поводу понятия «Смарт среда обучения» отмечается, что это технология, при поддержке которой происходит адаптация и обеспечивается соответствующая поддержка обучаемым (руководство, отзывы, подсказки или инструменты в нужных местах и в нужное время на основе учета потребностей отдельных учеников, которые могут быть определены путем анализа их обучения, поведения, производительности и онлайн-контекстов реального мира, в которых они расположены). Умная среда



обучения способна адаптировать пользовательский интерфейс и содержание образования в соответствии с личными факторами и индивидуальными предпочтениями отдельных учащихся.

Однако, несмотря на терминологическую и содержательную разность, практически все исследователи подчеркивают, что появление умного образования и его аналогов стало возможным в результате создания множества новых IT-технологий, которые и составляют его онтологию. Harpreet Singh и Shah J. Miah [5] показали, что технологическую основу умного образования составляет хоть и многочисленный, но ограниченный набор технологий, а именно: Интернет вещей (IoT), представленный технологиями web application и mobile application; облачные технологии (Cloud based environment); технология больших данных (Big data), включающая в себя предсказательную аналитику (Predictive analytics), SQL (язык структурированных запросов) и мультимедиа; технологии умного кампуса (Smart Campus), в том числе умного класса (Smart Classroom) и Smart Library (умной библиотеки). Также здесь задействованы технологии, обеспечивающие безопасность, конфиденциальность и привлечение внимания у всех вовлеченных в процесс обучения.

Кроме того, сопоставляя содержание понятия «смарт-образование» с содержанием других понятий, обозначающих те или иные изменения, которые произошли в образовании под воздействием информационных технологий за последние несколько лет, исследователи приходят к выводу, что общим местом для них является тождественность в указании элементарного состава системы образования и применяемых педагогических приемов. Имеет место и констатация принципиального различия ценностных ориентаций умного образования от образования прошлого.

Авторы концепций умного образования, хоть и используют различные термины для его обозначения, но анализируя систему ее организации отмечают общность ее элементарного состава, выделяя такие ее составляющие, как «умные учителя», «умные ученики», образовательные технологии и улучшенные подходы к обучению и преподаванию. При этом характеристики этих элементов подчеркивают их новизну. Указывается на существенное отличие технологий и педагогических приемов умного образования от прошлого, состоящее в обеспечении подключения к обучению в любое время, в адаптации системы обучения к индивидуальным возможностям обучающегося, в улучшении понимания и производительности образования [6]. Персонализация и адаптация становятся ключевыми особенностями умного образования и его аналогов, а применяемые здесь педагогические приемы и технологии призваны создавать условия для формирования у учеников мотивации к приобретению знаний и выработки у них индивидуальных когнитивных компетенций для развития интерактивных навыков и навыков сотрудничества [7].

## **Заключение**

Подводя итог, можно констатировать, что в современных исследованиях посвященных смарт образованию хоть и отсутствует единство терминологии и присутствует некоторая разность понимания того, чем оно является, однако подчеркивается онтологическая общность того, что привело к формированию нового состояния образования, обозначаемого терминами «умное образование» (Smart Education), «смарт среда обучения» (Smart Learning Environment), «адаптивные системы обучения» (adaptive learning systems (ITSs)), «сетевые системы обучения» (web-based learning systems) и др. Содержание этих понятий включает в себя тождественные элементы, что позволяет говорить об единстве шаблонов мышления и методов исследования авторов концепций, в рамках которых они появились, а многочисленность и глубина осуществляемых в этой области исследований, расширение практики применения технологической базы смарт образования все более свидетельствуют о формировании новой парадигмы образования – парадигмы смарт образования.

## **Список использованных источников**

1. Klichowski M. et al. CyberParks as a New Context for Smart Education: Theoretical Background, Assumptions, and Pre-service Teachers' Rating // American Journal of Educational Research. – 2015. – Т. 3. – №. 12A. – P. 1-10.
2. Zhu Z.T., Yu M.H., Riezebos P. A research framework of smart education // Smart Learning Environments. – 2016. - № 3(1).
3. Coccoli M., Guercio A., Maresca P., Stanganelli L. Smarter Universities: a vision for the fast changing digital era, J. Vis. Lang. Comput. 2014. №25. P. 1003–1011.

4. Hwang G. J. Definition, framework and research issues of smart learning environments—a context-aware ubiquitous learning perspective // Smart Learn. Environ. 2014. № 1. URL: <https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-014-0004-5> (дата обращения: 24.01.2022).
5. Singh, H., Miah, S.J. Smart education literature: A theoretical analysis. Educ Inf Technol 25, 3299–3328 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10116-4>(дата обращения: 24.01.2022).
6. Demir, K.A. Smart education framework. Smart Learn. Environ. 8, 29 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00170-x> (дата обращения: 24.01.2022).
7. Morgado, J.C., Lencastre, J.A., Freires, T. et al. Smart Education as Empowerment: Outlining Veteran Teachers' Training to Promote Digital Migration. Tech Know Learn 26, 897–916 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09494-6> (дата обращения: 24.01.2022).

# РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ОНЛАЙН МЕНЮ ДЛЯ РЕСТОРАНА С ФУНКЦИЕЙ QR-КОДА

*А.В. Хныкин, к.т.н., доц.,  
А.Ы. Ырысбеков, студент гр. КИ19-16/1Б,  
А.Д. Ефаев, студент гр. КИ19-16/1Б.  
Сибирский федеральный университет  
E-mail: akhnykin@sfu-kras.ru*

## Введение

На сегодняшний день информационные технологии тесно связаны с нашей повседневной жизнью. Web-приложения все больше используются человеком в разных сферах его деятельности, тем самым упрощая множество процессов. С внедрением web-технологий жизнь становится более простой и более удобной.

Ежедневно миллионы людей посещают рестораны и места общего питания, так как человеку это необходимо. Издревле эта сфера деятельности имела большую популярность, проходимость и тем самым большой оборот. Проблема ресторанов заключается в множестве факторов, таких как: долгое обслуживание, нехватка персонала. Исходя из всего изложенного выявляется необходимость разработки приложения, которое могло бы помочь решить данные проблемы. Для решения этих задач разрабатывается web-приложение [1].

## Описание алгоритма

Данное приложение выполняет следующие функции:

- автоматизация процесса внутри ресторанной деятельности;
- возможность перехода при помощи QR-кода [2];
- просмотр полного меню ресторана;
- добавление в корзину для дальнейшего редактирования, а затем и покупки;
- онлайн оплата после подтверждения заказа;
- возможность онлайн бронирования столиков на указанное время и дату.

Для основной верстки данного приложения используется язык разметки HTML5, а также язык описания внешнего вида CSS3. В качестве фреймворка служит bootstrap. Для front-end части [3] используется язык программирования JavaScript с использованием библиотеки ReactJS. Также немаловажным аспектом является адаптивная верстка web-приложения под разные устройства.

Для работы с серверной частью используется профессиональный портативный локальный WAMP/WNMP сервер. Back-end часть приложения разработана на языке программирования PHP.

Работа программы:

1. Переход на web-приложение осуществляется через QR-код. Работа в приложении осуществляется в свободном доступе, отсутствует регистрация.
2. С главной страницы приложения осуществляется переход на страницу с предлагаемым функционалом:
  - a. меню ресторана (раздел с выбором категорий блюд, выбор понравившегося варианта и добавление его в корзину, переход в раздел);
  - b. о компании (раздел с информацией о ресторане);
  - c. бронирование столика (раздел со схемой зала ресторана для выбора столика для бронирования, выбор брони на конкретное время и дату);
  - d. книга жалоб и предложений (раздел для добавления отзывов предложений для улучшения сервиса или жалоб на проблемные моменты клиентами о ресторане).
3. Раздел «Меню» представляет собой страницу с категориями блюд, где можно посмотреть и выбрать понравившееся блюдо, выбрать количество порций и добавить блюдо в корзину. Также через определенную кнопку можно осуществить переход в раздел «Корзина».
4. Раздел «Корзина» представляет собой список блюд, выбранных клиентом, с указанием количества порций, цены за выбранное блюдо, а также итоговая цена всего заказа. Через определенную кнопку осуществляется переход в раздел «Оплата».

5. Раздел «Оплата» представляет собой страницу с двумя кнопками выбора оплаты заказа клиентом: «Наличными» и «Картой». Оплата наличными будет осуществлена на кассе в момент получения клиентом заказа. Оплата картой будем проходить в онлайн формате, где клиенту будет необходимо ввести данные банковской карты, с которой будет производиться оплата, и подтвердить ввод данных, сама оплата будет проходить через систему P2P. После оплаты заказа данным способом клиент также получает свой заказ на кассе.
6. Раздел «Бронирование столика» представляет собой схему зала ресторана с возможностью выбора столика. Процесс бронирования происходит в определенной форме, где клиенту нужно будет указать номер столика, дату и время бронирования.
7. Раздел «О компании» представляет собой страницу с подробной информацией о ресторане, контактные данные, ссылки на соц. сети ресторана, а также местоположении ресторана.
8. Раздел «Книга жалоб и предложений» представляет собой форму, где клиенту нужно будет описать проблему, с которой он столкнулся, находясь в ресторане или описать свою идею об улучшении ресторана.

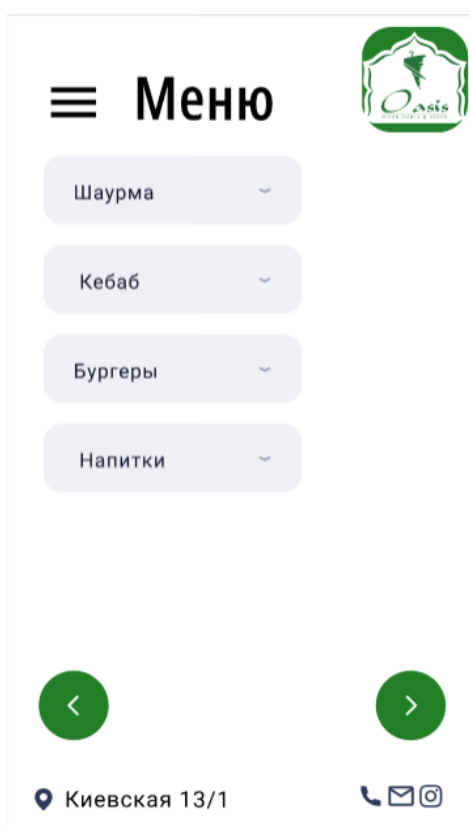


Рис. 1. Главное окно «онлайн-меню» ресторана.

### Заключение

В результате реализации проекта разработано автоматизированное web-приложение, позволяющее облегчить работу ресторанного бизнеса, а также автоматизировать многие процессы, связанные с человеческим фактором.

### Список использованных источников

1. Денисенко. А. Что такое веб-приложения? Их виды, архитектура и принцип работы // Редакция Highload . - 2021 / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://highload.today/veb-prilozheniya/>.
2. QR-код - что это такое, где используют, как распознавать [элекстонный ресурс] // Информационный протал "SPBIT.ru" . - Режим доступа: URL: [https://spbit.ru/tags/qr\\_code/](https://spbit.ru/tags/qr_code/).
3. Бухтеев В. Отличия frontend от backend: особенности и требования к специалистам // Информационный протал "Комьюнити". - 2021 / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://timeweb.com/ru/community/articles/frontend-i-backend-razlichiya-osobennosti-i-trebovaniya-k-specialistam>.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧАЮЩЕМ ПРОЦЕССЕ

*Т.К. Гараев, к.т.н., доцент кафедры «Специальная математика»*

*Данил Юртунбаев, студент*

*Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет им. А. Н. Туполева –*

*КАИ Россия, г. Казань*

*E-mail: yurtunbaev@gmail.com*

### **Введение**

В статье рассмотрен способ применения современных технологий в образовательном процессе обучения на примере группы студентов, обучающихся в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А. Н. Туполева – КАИ, Россия, г. Казань. Рассмотрены плюсы и минусы дистанционного обучения, приведены примеры и сделаны выводы, показывающие повышение успеваемости.

### **Основная часть**

Современный век не зря называют веком информационных технологий, так как одной из главных отличий является информация и наиболее эффективное её получение происходит именно через интернет. Могут ли дистанционные образовательные технологии помочь студентам в повышении успеваемости? Этот вопрос рассмотрим в настоящей статье, взвесив все за и против. Актуальной целью исследовательской работы является выявление влияния дистанционного образования на успеваемость при изучении математике на первом курсе в высшем учебном заведении. Дистанционное образование становится всё более популярно в педагогических технологиях, как заочного, так и очного обучения. Так, например, в КНИТУ – КАИ активно применяются различные педагогические технологии [1-5], как дистанционные [1, 2], так и смешанные [3]. В данной статье рассмотрено все преимущества и недостатки дистанционного метода преподавания. В начале стоит рассмотреть, что представляет собой система дистанционного образования. При данном способе обучения, преподаватель и обучающийся взаимодействуют на расстоянии с помощью современных интернет-технологий. Стоит учесть тот факт, что такое образование предполагает сохранение всех инструментов для успешного обучения. Поняв, что представляет собой образование дистанционного обучения, удастся выявить некоторые плюсы.

1. Не всегда преподавателю и обучающемуся удастся пообщаться лично, ведь иногда предмет стоит в расписании раз в неделю, но и на нем разбирается новый материал, прослушанный в лекциях. Дистанционные технологии могут помочь преподавателю вести онлайн-консультации с учениками, что как минимум облегчает обучение студента над сложным для восприятия материалом.
2. В соответствии с рабочей программой, более 50% материала студенты должны изучать самостоятельно. В этом им также помогут дистанционные системы.
3. При решении расчетных задач и примеров, одну из важных ролей играет сосредоточенность над решением, ведь немного отвлекшись можно допустить ошибку, которая повлечет за собой снижение оценки результата. В домашних условиях студент может почувствовать себя наиболее комфортно, а, следовательно, допускать меньше просчетов.
4. Часто бывает так, что 1-2 отстающих ученика снижают образовательный процесс всей группы. Онлайн-технологии помогут им не спеша разобраться с неувоенной информацией, а остальной группе не тратить время на уже понятый материал.
5. Как уже говорилось выше, в обучении присутствует достаточно самостоятельной работы. Но чтобы она не выполнялась зря, нужно хорошо контролировать её выполнение, чтобы находить индивидуальный подход к каждому из учеников.
6. Мобилизация знаний. Графики и таблицы, составленные системой с учетом пройденных тестов, помогут ученикам организовать свою учебную деятельность.
7. Моментальный доступ к электронным библиотекам и базам знаний. (учебникам и методическим пособиям).
8. Читать лекции и проходить контрольные тесты можно в удобное время.

В подтверждение всем плюсам, можно привести пример студентов, изучавших Высшую математику. Для эксперимента, проводившегося один семестр, взяли две группы студентов примерно одинакового уровня подготовленности. Первая группа изучала материал с помощью дистанционного обучения, а вторая использовала (обычный способ) традиционные методы обучения.

Таблица 1. Результаты эксперимента.

Группа, изучающая материал обычным способом		Группа, изучающая материал удаленно	
студент	Решенных примеров	студент	Решенных примеров
<b>1</b>	13	<b>1</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	16	<b>2</b>	16
<b>3</b>	2	<b>3</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	12	<b>4</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	12
<b>6</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	15
<b>7</b>	12	<b>7</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	14	<b>8</b>	<b>18</b>
<b>9</b>	12	<b>9</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	5	<b>10</b>	<b>9</b>
<b>11</b>	19	<b>11</b>	<b>20</b>
<b>12</b>	8	<b>12</b>	<b>18</b>

Для сравнения выбраны группы из 12 обучающихся. В таблице 1. представлены результаты решенных примеров из 20 предложенных. Примеры экспериментальным группам студентов были даны одинаковой тематики и сложности. Исходя из результатов эксперимента, наблюдается, что в группе студентов, изучающей материал обычным (традиционным) способом, количество примеров решено меньше, чем количество примеров, решенных у обучающихся дистанционным способом. Видимо дистанционное образование улучшает успеваемость как минимум в 4 раза. Несомненно, дистанционная система не может быть совершенной в виду сомнений в верификации, поэтому удалось выявить несколько минусов:

1. Не представляется возможность проверить достоверность выполнения заданий обучающихся, то есть возможность «списывания» повышается в разы.
2. Не всегда есть возможность зайти в интернет.
3. Имеются технические проблемы в использовании дистанционного обучения.

### Заключение

Все выявленные плюсы снижают загруженность преподавателя, позволяя выстроить индивидуальную программу наиболее эффективным способом. Своевременная корректировка программы также благотворно влияет на успеваемость, а значит, исходя из вышеизложенного, а также с учетом практического эксперимента, можно утверждать, что дистанционное обучение служит одной из самых перспективных основ для повышения эффективности изучения материала обучающимися. Однако, в нынешних реалиях сомнительно применять дистанционные технологии при оценке знаний.

### Список использованных источников

1. Гараев Т.К., Бабина, С.В. Особенности организации дистанционного обучения в условиях распространения инфекции COVID-19 Заметки ученого. 2020. № 10. С. 201-204.
2. Гараев Т.К., Ильченко П.А. Дистанционное обучение в период пандемии глазами студента. Заметки ученого. 2020. № 12. С. 163-165.
3. Гараев Т.К., Утеев В.Д. Информационно-коммуникационные технологии в практике смешенного обучения 2020. № 9. С. 135-138.
4. Лернер И.М., Файзуллин Р.Р., Одинцов В.Л., Сычев А.С., Кондратьев В.В., Вишнякова И.В., Вишняков В.М. К вопросу развития SOFT SKILLS у преподавателей ВУЗа, работающих со студентами с ОВЗ по слуху Высшее образование сегодня. 2021. № 9-10. С. 39-45.
5. ПЕДАГОГИКА: СЕМЬЯ - ШКОЛА - ВУЗ - ОБЩЕСТВО (образовательно–инновационные технологии) Астадурьян А.П., Ахметшина И.А., Балакирева Н.А., и др. Монография / Воронеж-Москва, 2021. Том Книга 52

# PROGRAM FOR CHECKING THE UNIQUENESS OF THE CONTENTS OF A DOCUMENT "OFFLINE ANTIPLAGIAT"

*I. V. Tsapko, Ph.D. in Technology, Assistant Professor,  
H. Mukombero, student from group 818A.  
National Research Tomsk Polytechnic University  
E-mail: tsiv@tpu.ru*

## **Introduction**

The need to verify the uniqueness of the contents of documents submitted by students as part of their academic work has always been a central problem in universities. The main purpose of this verification is to encourage students to complete assignments on their own, which in turn raises the standards of in-depth research work and the quality of the results presented by students. The most common form of plagiarism checking currently in use is online verification of published materials against global academic databases. However, with regards to the offline checking for plagiarism amongst submitted papers within universities, a few offline systems exist offering the required functionality. This work is aimed at solving this problem and proposes the development of an application for comparing the uniqueness of documents located on a local disk.

## **Theoretical understanding of plagiarism detection methods**

Plagiarism is the use of other people's words or ideas without crediting the source but rather, presenting them as your own. Some of the types of plagiarism include:

- Verbatim plagiarism, also known as copy and paste plagiarism, involves directly copying and pasting text from a source without attribution.
- Patchwork or mosaic plagiarism involves the creation of completely new text by copying phrases and concepts from multiple sources.
- Global plagiarism is when a person completely takes someone else's work and presents it as his own [1].
- Self-plagiarism is reusing previously submitted work or reusing ideas developed from previous assignments with the intent of being credited for it as new material. Although this work belongs to the person, resubmitting it as new material is still considered academic dishonesty seeing as you have already received credit for this work [2].

When comparing student reports, abstracts and other documents located on a local disk, it is of interest to check them for mosaic and global similarity.

Computational methods for similarity detection include approaches such as content similarity detection which is based on the comparison of data fingerprints of different documents, word-for-word comparison of texts, word bag representation of documents, text citation analysis, and stylometry. The performance of these methods strongly depends on the type of plagiarism used. The accuracy of methods based on the search for similarity of texts significantly falls with skillful concealment of borrowings [3].

## **Plagiarism detection algorithm**

Often matching of similar documents is based on counting the maximum number of common words between documents. However, its significant disadvantage is the fact that as the size of the document increases, the number of common words also tends to increase, even in cases where the documents talk about different topics. Cosine similarity and Euclidean distance approaches help overcome this fundamental shortcoming of "general word count". One of the most common algorithms for finding borrowings in various documents is the Shingle algorithm.

A shingle (scale, cell) is a link from which a chain of sentences is built, thereby forming a text. Shingles help to search for individual combinations of words, thereby checking text materials for uniqueness. The main steps of this algorithm [4] are:

- Text normalization (trimming of unnecessary words and punctuation marks).
- Dividing the text into links (the smaller the shingle, the higher the accuracy of the analysis is).
- Comparison of links from different texts.

Based on the above algorithm, a program for checking the similarity/uniqueness of documents was developed in C#. The program allows for the selection of a folder containing the documents for similarity comparison and, after comparing them with the shingles algorithm, gives the similarity result as a percentage.

### Testing the prototype of the offline anti-plagiarism program

For convenience of analyzing the functionality of the developed program, 11 test files were placed in the test folder. They contain a systematic combination of 5 sections of text. The texts are symbolically named A, B, C, D and E respectively. For example, a complete combination of texts A, B and C is represented as text 'ABC' (text 1), and a partial combination of texts A, B, C, D and E is represented as text 'abcde' (text 10). The texts were formed as shown in Figure 1.

TEXTS	CONTENTS
0	ABCD
1	ABC
2	AB
3	A
4	B
5	C
6	D
7	E
8	DE
9	ABDE
10	abcde

Fig. 1. Combination of texts.

Upon running the program, the user selects a folder with documents to be compared. After the selection and pressing the "OK" button, a list of all documents stored in this folder appears in the "Texts" list box. When a document is selected, its contents are displayed in the "Contents" text field, and the corresponding percentages of similarity with other documents are displayed in the "Plagiarism" list field, whilst a graphical representation of the comparison result is shown in the graph (Figure 2). The interpretation of the test results of text comparison is shown in Figure 3.

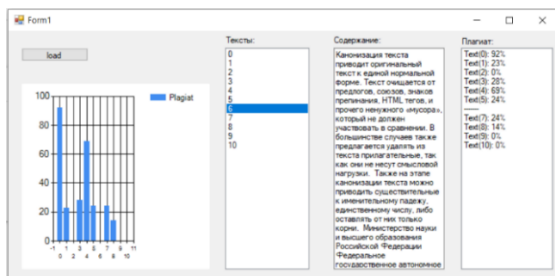


Fig. 2. Graphical interface of the "offline anti-plagiarism" prototype.

TEXTS	CONTENTS	TEXTS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	ABCD	100	96	100	99	100	100	0	30	62	60	
1	ABC	82	96	100	99	100	0	0	0	47	55	
2	AB	42	51	100	99	0	0	0	0	45	25	
3	A	14	17	32	0	0	0	0	0	15	1	
4	B	26	32	60	0	0	0	0	0	28	22	
5	C	36	44	0	0	0	0	0	0	0	30	
6	D	13	0	0	0	0	0	0	28	14	4	
7	E	0	0	0	0	0	0	0	66	33	23	
8	DE	14	0	0	0	0	0	100	99	50	27	
9	ABDE	57	53	96	100	99	0	100	99	100	53	
10	abcde	31	35	30	11	44	43	15	39	31	30	

key:

extremely low similarity	0-19
low similarity	20-49
quite similar texts	50-79
extremely similar texts	80-100

Fig. 3. Analysis of the results of the program.

### Conclusion

In conclusion, a program was developed that compares the contents of documents and visually shows their similarities. The algorithm used in the program does not fully detect all forms of plagiarism but may be useful when comparing student reports. In the future, the project may be expanded to possibly use machine learning algorithms, create a better graphical interface, and allow the display of plagiarized sections.

### List of sources used

1. What is Plagiarism? [Internet]. – // Retrieved from <https://www.plagiarism.org/article/what-is-plagiarism> (accessed on: 4.01.2022).
2. Bretag, T., & Mahmud, S. A model for determining student plagiarism: Electronic detection and academic judgement. Journal of University Teaching & Learning Practice, 6(1). – 2009 // Retrieved from <http://ro.uow.edu.au/jutlp/vol6/iss1/6> (accessed on: 4.01.2022).
3. Classification of Plagiarism Detection Methods [Internet]. – // Retrieved from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Classification\\_of\\_Plagiarism\\_Detection\\_Methods.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Classification_of_Plagiarism_Detection_Methods.svg) (accessed on: 15.01.2022).
4. Stein, Benno; Lipka, Nedim; Prettenhofer, Peter (2011), "Intrinsic Plagiarism Analysis" (PDF), Language Resources and Evaluation, 45 (1): 63–82, doi:10.1007/s10579-010-9115-y, ISSN 1574-020X, S2CID 13426762, archived from the original (PDF) on 2 April 2012, (accessed on: 15.12.2021).



## **Секция 3. Дизайн и компьютерная графика**

# ЛОГИКА, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ САЙТОВ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ НА ПРИМЕРЕ ВУЗОВСКИХ РЕСУРСОВ

*Е.М. Давыдова, ст. пр. ОАР ИШИТР ТПУ,  
А.А. Антонова, студент гр. 8Д91,  
Томский политехнический университет  
E-mail: aaa156@tpu.ru*

## **Введение**

На сегодняшний день, интернет является главным источником получения информации человеком. Большинство использует интернет в различных целях и в это также входит посещение множественных веб-сайтов. Каждый такой сайт имеет свое оформление и интерфейс.

От дизайна сайта и удобства интерфейса зависит, как будет выглядеть сайт и как поведет себя пользователь при его посещении. Поэтому разработчикам необходимо грамотно продумать его навигацию, логично организовать составные части и выдержать единую стилистику.

Цель работы - провести исследование различных способов создания эргономичных интерфейсов сайтов, проанализировать их логику и визуализацию, на примере вузовских ресурсов разобрать как применяются эти способы.

## **Актуальность визуального взаимодействия веб-сайтов с пользователем**

Информация – важное и неотъемлемое звено в жизни современного общества, где один из наиболее перспективных источников в настоящее время - интернет. Сайт или же иные веб-страницы являются средством взаимодействия с пользователем для предоставления информации.

Имея дело с многочисленными веб-сайтами и приложениями, пользователи в основном не читают и не используют все, что они видят на посещаемых ими ресурсах. Они сначала просматривают главную страницу, чтобы узнать, почему и как это полезно для них. Таким образом, наглядность и читаемость оказываются одними из существенных факторов и влияют на уровень используемости сайта сегодня. Поэтому необходимо сделать свой цифровой продуктодобочитаемым [1].

Однако существуют неэффективные и невостребованные варианты веб-сайтов. Такое явление может быть охарактеризовано несколькими причинами: не информативность, неудобное использование, непонятный интерфейс, нечитабельность, сложность в навигации и поиске нужной информации или отталкивающий дизайн.

Данные проблемы возникают из-за того, что за разработку макетов веб-сайтов садятся некомпетентные люди. Поэтому сегодня в интернет-пространстве важно учитывать не только механизм использования сайта, но также и его дизайн. По этой причине для создания востребованного макета сайта, который понравится клиенту, ориентируясь на его информационные потребности, рекомендуется нанимать универсального специалиста – UX/UI-дизайнера [2].

## **Организация размещения информации на веб-страницах**

Значимым вопросом в организации виртуального пространства страницы является порядок размещения информации и второстепенного контента. Для того чтобы грамотно разместить информацию, важно рассматривать посещение страницы с точки зрения пользователя: попадая на главную страницу, посетители сайта должны получить короткие и четкие ответы на следующие вопросы: что это за сайт и чем он может быть полезен пользователю.

Важно отметить, что главная страница сайта должна соответствовать ожиданиям клиента и направлению деятельности, которой она посвящена. Основная задача главной страницы - убедить пользователя в том, что он попал по адресу.

Главные вопросы при проверке веб-сайта:

- Соответствует ли то, что вы видите в первые пару минут, тому, что ожидает от этой страницы целевая аудитория?
- Насколько вам понятна информация, находящаяся на сайте, при первом взгляде на него [3]?

## **Анализ взаимодействия вузовских веб-сайтов с пользователем**

За экспериментальную основу было решено взять вузовские сайты города Томск, где есть направление «Дизайн»: ТГУ, ТПУ, ТГАСУ. Для подробного и эффективного исследования был применен вариант использования сайта от лица абитуриента, чтобы проверить насколько сайты интуитивны и удобны в поиске информации на первый взгляд для потенциального посетителя. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1. Организация размещения контента на тестируемых сайтах

Сайты вузов	Сайт ТГУ	Сайт ТПУ	Сайт ТГАСУ
Иерархия	-	+	+
Заголовки	+	+	+
Грамотное цветовое решение	+	+	+
Модульная сетка	-	+	+
Читаемость	+	-	+
Пустое пространство	-	+	+
Выделение информации	+	+	-
Маркеры	+	+	-
Инфографика	-	+	-
Иллюстрации	+	+	+
Интуитивный маршрут	-	-	+

Если рассматривать сайт ТПУ, хочется сказать, что он имеет свои плюсы и минусы. Основной проблемой является то, что пользователю вопросы о поступлении и основных положениях будет трудно найти на сайте, так как вся требуемая информация по направлению не находилась в одном месте (на странице направления). Также присутствует множество повторяющихся вкладок и названий, которые путают пользователя, из-за этого на поиски нужного контента теряется большое количество времени. Сайт не сразу интуитивно понятен, но для ускорения поиска на нем присутствуют фильтры и поисковые строки по направлениям подготовки.

Среди преимуществ отмечается хорошее размещение визуального контента, присутствует пустое пространство между информационными блоками и четкая модульная сетка. На сайте размещено большое количество анимированной инфографики, что делает приятным пользование сайтом и привлекает внимание, такое решение импонирует молодежи.

Анализ остальных сайтов показал, что не все используют точные и ясные приемы в организации размещения контента. Например, по результатам из таблицы сайт ТГУ менее всего придерживается их, а веб-сайты ТПУ и ТУСУР практически отлично организуют свою визуальную подачу.

Таким образом, по итогам исследования было отмечено, что всем сайтам еще следует работать над своими недостатками и доступностью, некоторым необходимо минимизировать кликовые переходы, дабы не путать пользователя. Однако, при разработке сайта не стоит забывать, что визуальную и эргономическую часть следует объединять.

## Заключение

В век, когда глубоко развивается цифровизация и одним из основных источников информации и коммуникации является интернет-пространство, необходимо должное внимание уделять проектированию интуитивно понятного дизайна.

Не стоит забывать, на что направлен потребитель сегодня при посещении того или иного сайта и какие у него запросы. Взаимодействие сайта с пользователем предполагает разборчивость в интуитивно понятных вещах при использовании веб-страницы.

Знание этих проблем важно при разработке сайтов для вузов, так как для них имеет значение, чтоб их потенциальные посетители – абитуриенты могли пользоваться их ресурсом и находить нужную для них информацию, чтобы в дальнейшем определиться с вузом и направлением, поскольку чаще всего практика показывает, что поступающие не могут найти интересующую их информацию для подачи документов, особенно когда все стало преимущественно онлайн.

### **Список использованных источников**

1. Манаков В.П. Исследование формальных оценок качества UI/UX сайтов / В.П. Манаков, Е.А. Бизюк, А.В. Бизюк // Бионика интеллекта. – 2017. №2 (89). – С. 132-137.
2. Горностаева Е.А. Современные проблемы дизайна сайтов и вызовы нового времени / Е.А. Горностаева // Молодой ученый. – 2015. - № 1. – С. 38-40.
3. Статья «Визуальная иерархия: эффективная организация содержимого пользовательского интерфейса» [Электронный ресурс]// <https://blog.tubikstudio.com/visual-hierarchy-effective-ui-content-organization/> (дата обращения: 20.11.2021).

## ПРИЕМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСКОНТАКТНОЙ СУШКИ ЧЕЛОВЕКА В ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТАХ И ДОМА

*В.А. Серяков, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ,  
А.В. Антух, студент гр. 8ДМ11,  
Томский политехнический университет  
E-mail: antuhav@gmail.com*

### Введение

В данный момент большинство людей на земном шаре задумываются о вреде, который наносится экологии. Ученые всех стран озабочены созданием новых технологий и устройств, которые помогут улучшить качество жизни, сократив загрязнение окружающей среды. При изучении стартапа «сушка для тела», учитывались показатели наносимой второстепенной вредности окружающему миру при использовании полотенец, а именно затраты на воду, электроэнергию, химикаты. Эти же показатели удастся существенно снизить за счет сушки. То есть, на сколько сократилось загрязнение и какие плюсы от создания нового изобретения.

### Описание

Предполагается, что сушка для тела будет использоваться вместо полотенец в общественных местах (аквапарк, бассейн, тренажерный зал, гостиницы и др.) и дома. Что дома, что в гостинице, полотенца нужно стирать. В домашних условиях затраты на это тяжело посчитать, а в масштабах гостиницы они видны быстрее. Каждый день сотни (а в некоторых гостиницах и тысячи) использованных полотенец нужно забрать, постирать, погладить и снова выдать в пользование. И это только одна гостиница.

Для стирки и дезинфекции полотенец нужна электроэнергия и химикаты. Без химикатов, содержащихся в стиральном порошке, сейчас не представляется стирка. Но после стирки эти химикаты попадут в канализацию, а затем в близлежащие водоемы. Используя сушку для тела, мы тратим только электроэнергию. Не нужно больше покупать полотенца, выделять для них место в шкафу и ванной. Находясь в гостинице вас больше не будет волновать сколько человек до этого пользовались полотенцем и достаточно ли оно дезинфицировано.

Требуемые конструктивные параметры сушки для человека:

1. Дезинфицирующие лампы (вирусы и микробы из окружающего воздуха будут всасываться и обезвреживаться). На человека будет дуть очищенный воздух;
2. Фен в верхней части (если нужно сделать укладку);
3. Основная вертикальная сушка для тела человека ;
4. Нижняя горизонтальная часть. Может использоваться для сушки отдельно и в комплекте с основной частью.
5. Сменная насадка на нижнюю часть для домашних животных.

Экономится время и затраты на стирку. Датчик движения, установленный в сушке для тела, экономит наши деньги, а для людей с ограниченными возможностями или малоподвижным, позволит больше посещать общественные места. Например, в аквапарке маме с маленьким ребенком на руках, нужно иметь при себе два полотенца (для себя и ребенка), в раздевалке ребенка нужно где-то расположить, так чтоб это было безопасно, и вытереть себя и ребенка. Зачастую это затруднительно и не дает возможности посетить аквапарк. К сушке можно подойти с малышом на руках, высушить себя и ребенка, поиграв с потоком воздуха. Это облегчит присутствие подобным людям и увеличит поток посетителей.

Сушка для тела может быть использована маленькими детьми и взрослым человеком. Размер тела не повлияет на качество сушки. Можно выбрать подходящий режим нагрева и скорости потока воздуха.

На горизонтальной сушке удобно сушить домашних животных после водных процедур. Больше не нужно выделять отдельное место для полотенца питомца.

## **Заключение**

Преимущества от изобретения сушки для тела в экономической и экологической сфере. Открываются новые возможности для малоподвижных людей. И немаловажный вопрос в наше время, дезинфекция, тоже решен в новом изобретении.

Отказаться от полотенца в один миг конечно тяжело, но мы должны помнить о плюсах, которые ждут нас при использовании сушки для тела.

## **Список использованных источников**

1. Промышленный дизайн: учебник / М.С. Кухта, В.И. Куманин, М.Л. Соколова, М.Г. Гольдшмидт; под ред. И.В. Голубятникова, М.С. Кухты; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 312с.
2. Сколько полотенец должно быть в номере [Электронный ресурс]. – URL: <https://city.travel/blog/?p=17241> (дата обращения: 18.12.2021).
3. Небезопасная стирка: опасный стиральный порошок [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mosty-zara.by/ru/news/nebezopasnaya-stirka-opasnost-stiralnogo-poroshka.html> (дата обращения: 18.12.2021)
4. Статистика [Электронный ресурс]. – URL: <https://tass.ru/obschestvo/11078339> (дата обращения: 17.12.2021).
5. Инфографика [Электронный ресурс]. – URL: [https://skillbox.ru/media/design/chto\\_takoe\\_infografika\\_5\\_besplatnykh\\_servisov\\_dlya\\_eye\\_sozdaniya/](https://skillbox.ru/media/design/chto_takoe_infografika_5_besplatnykh_servisov_dlya_eye_sozdaniya/) (дата обращения: 9.12.2021).

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ ДЕТСКОГО СПАЛЬНОГО МЕСТА

Ю.П. Хмелевский, с.п. ОАР ИШИТР ТПУ,  
А.В. Аппель, студент гр.8Д91,  
Томский политехнический университет  
E-mail: ava70@tpu.ru

## Введение

Тема работы связана с применением эргономических исследований в дизайн-проектировании детского спального места. Эргономические исследования могут помочь в процессе дизайн-проектирования детского спального места, а также сократить время и трудозатраты на производство экспериментального макета и позволит провести первичный эргономический анализ [1].

## Метод соматографического анализа

Методы исследования в эргономике условно подразделяются на две основные большие группы: аналитические и экспериментальные [2]. Данные методы решения эргономических задач используются для формирования оптимальных соотношений между пропорциями человеческого тела и формообразованием, и размерными характеристиками объекта и его элементов [3].

Соматографический анализ – это технико-антропологический анализ положения тела и изменения рабочей позы человека, соотношения размеров человека и машины [4].

В качестве предмета исследования был разработан эскиз представленного на рисунке 1 двухъярусного спального места сложной конфигурации. Такой функционал обусловлен возможностью более глубокого изучения как непосредственно кровати, так и возможных прилежащих объектов.

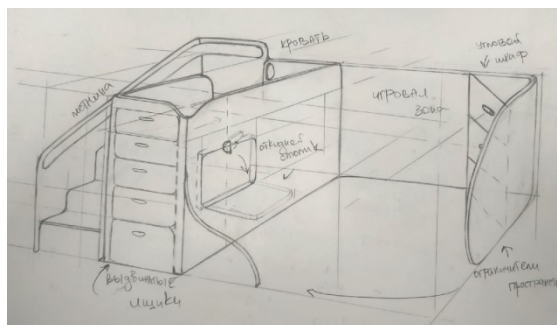


Рис. 1. Эскиз детского спального места

## Результаты проведенного анализа

Результаты соматографического анализа детей представлены на рисунке 2.

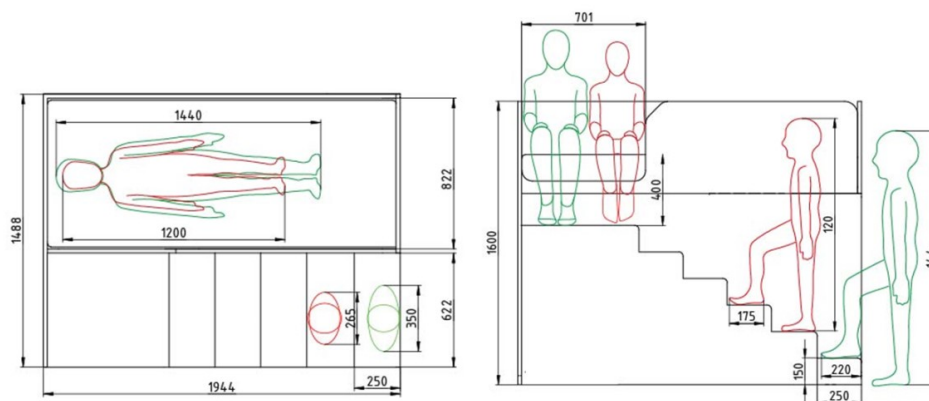


Рис. 2. Соматографический анализ детей

Были взяты размерные характеристики детей 9 лет, с нижним порогом в 2,5 перцентиле и верхним 97,5 перцентилей [5]. При помощи данного соматографического анализа были выявлены следующие данные:

- Высота подъема ступеней для обоих детей является комфортной, из чего можно сделать вывод, что для ребёнка со средними параметрами также будет являться удобной;
- Высота кровати в позиции «сидя» для ребенка, соответствующего 2,5 перцентиле, оказалась слишком большой – ноги не достают до опоры и остаются в висячем положении. Для ребенка с параметрами, соответствующими 97,5 перцентиле, ситуация схожа – высота кровати слишком большая, ноги достают до опоры, но ступни не касаются пола всей поверхностью. Из этого можно сделать вывод, что для ребёнка со средними параметрами высота кровати в положении «сидя» также будет слишком высокой и её необходимо сделать ниже;
- Длина ложа кровати подошла обоим детям, так как кровать проектировалась с расчётом на стандартный размер одноместного матраса. Она также подойдёт детям более старшей возрастной группы;

Результаты соматографического анализа взрослых представлены на рисунке 3.

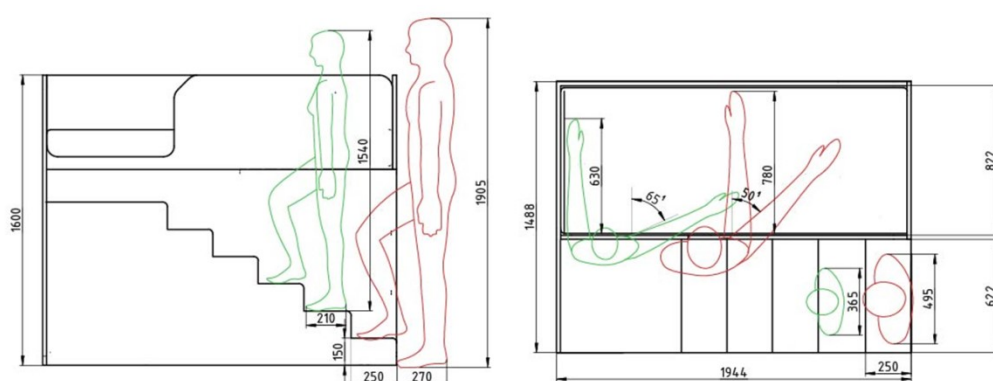


Рис. 3. Соматографический анализ взрослых

Соматографический анализ также был выполнен в отношении женщины 5 и мужчины 95 перцентилей. Исследование взрослых необходимо для выполнения вспомогательных операций, к примеру, заправление кровати.

Анализ выявил следующие данные:

- Лестница имеет оптимальную высоту подъема и глубину шага для женщины, но для мужчины является маленькой по всем параметрам, так как размер ноги слишком большой, и она с трудом помещается на ступень.
- Ширина проёма лестницы подошла обоим.
- Высота бортиков. Для женщины бортики оказались слишком высокими, из-за чего возможность дотянуться до края постели, не забываясь при этом на кровать, отсутствует. Для мужчины бортики оказались в целом оптимальными по высоте, наиболее удобная ступень с которой проще всего дотянуться до края кровати – пятая.

### Заключение

В результате проведённого исследования был проведён соматографический анализ в отношении детского спального места и людей различных возрастов и размерных характеристик. Он позволил выявить что рассматриваемое спальное место в целом является эргономичным, но обладающим некоторыми недочётами. Результаты проделанной работы позволяют сделать вывод о том, что соматографический анализ действительно можно использовать для первичного исследования эргономичности и удобства объекта. Оно не заменяет создание прототипа объекта в полной мере, однако позволяет сделать предположения относительно удобства объекта.

### Список использованных источников

1. Курбацкая Т.Б. Эргономика. В 2-х частях. Часть 1. Теория. Учебное пособие. – Набережные Челны, 2013.



2. Чепелев, Н.И., С.Н. Орловский and А.Ю. Щекин, 2018. ОСНОВЫ ЭРГОНОМИКИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА. Красноярск: ФГБОУ ВО "Красноярский государственный аграрный университет", pp: 25
3. Фех, А.И. ЭРГОНОМИКА / А.И. Фех. – Томск : Издательство Томского Политехнического Университета, 2014. – с.
4. Малин, А.Г. ЭРГОНОМИКА / А.Г. Малин. – Витебск : Витебский государственный технологический университет, 2012.
5. TILLEY, alvin R. THE MEASURE OF MAN AND WOMAN / alvin R. TILLEY. – newyork : THE WHITNEY LIBRARY OF DESIGN, 1993.

## **ВИЗУАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КОНСПЕКТА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ВОСПРИЯТИЕ И ЗАПОМИНАНИЕ ИНФОРМАЦИИ**

*А.В. Шкляр, Кандидат технических наук, доц. ОАР ИШИТР,*

*Д.С. Архипенко студент гр. 8Д81.*

*Томский политехнический университет*

*E-mail: deyafter@mail.ru*

### **Введение**

На сегодняшний день имеется масса возможностей, которая помогает преподнести информацию интереснее, познавательнее. Эти возможности способствуют более активной деятельности учащихся. Обучение через методы визуализации позволяет повысить мотивацию к изучению материала, значительно повышает интерес к учёбе, а также даёт относительно хорошие результаты по сравнению с традиционной методикой заучивания.

При этом, существует проблема - многие школьные учебники, по крайней мере в России, до сих пор пишутся и печатаются в соответствии с формальными стандартами

В данной работе речь пойдет о конспекте как эффективном средстве для восприятия и запоминания информации, а именно об его визуальной составляющей.

В этой статье была приведена опытно-экспериментальная работа, которая позволила доказать эффективность конспектирования, в частности его визуальной составляющей для восприятия и запоминания информации.

### **Проблема восприятия и запоминания информации**

Ежедневно человек встречается с огромным количеством информации. Например, школьники испытывают трудности в усвоении учебного материала, который преподается традиционным способом. Есть мнение, что причиной является плохая память, однако, в действительности, ресурсы памяти практически ничем не ограничены. Так в чем же тогда выражаются причины не восприятия и плохого запоминания информации?

Первой причиной можно назвать отсутствие интереса и какого-либо эмоционального отклика при воздействии с информацией. Второй причиной может являться то, что у человека не образуются ассоциативные связи с уже имеющимися знаниями. Также, при отсутствии повторений, воспроизведений по памяти, нейронные связи ослабевают и вовсе могут распасться для формирования новых. Однако, знания, сопровождаемые яркой эмоцией, запоминаются лучше и на дольше. Во-первых, в формировании такого воспоминания участвуют несколько сенсорных каналов, а во-вторых, человек чаще прокручивает их в голове.

### **Скетчноутинг как способ восприятия и запоминания информации**

Наиболее распространенным инструментом, применяемым повсеместно при обучении является конспект — это особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации. Конспектирование является процессом приема, отбора, переформулировки и фиксации отобранной информации. При этом отбор и переработка информации превращается в средство запоминания.

Исследования последнего десятилетия в рамках Когнитивной теории мультимедийного обучения (CTML) показали, что сочетание вербальных и невербальных элементов облегчает понимание и запоминание текста. Примером применения этого инструмента на практике является поликодовый (креолизованный) текст, яркие представители которого, это скетчноутинг или визуальные заметки.

Скетчноутинг — революционный способ конспектирования лекций, конференций, мозговых штурмов и деловых встреч. Использование этой техники позволяет фиксировать информацию в форме рисунков и символов, создавая визуальную карту.

В основе скетчноутинга лежит теория двойного кодирования, предложенная в 1970 году Аланом Пайвио. Согласно этой концепции, мозг использует для обработки новых данных два канала: вербальный и визуальный.

Польза скетчноутинга:

- Благодаря работе сразу двух полушарий, человек не просто слышит и записывает, а осмысливает материал.
- Визуальное конспектирование помогает фокусировать внимание. Мозг поглощён процессом, рисование дарит положительные эмоции, человеку меньше хочется отвлекаться
- обладает мощными потенциалами в перспективе долгосрочного запоминания информации и построения ассоциативного ряда
- Скетчи учат выделять главное, с помощью них проще объяснять и делиться идеями.

Техника скетчноутинга не позволяет делать подробные конспекты, однако скетчи всегда просты и основаны на доступной системе перекрестных ссылок. В результате взглянув на них, можно быстро вспомнить все, о чем шла речь на лекции — даже спустя много месяцев.

Чаще всего визуальными заметками пользуются:

- Школьники и студенты (превращать сложные темы в скетчи гораздо эффективнее зазубривания), преподаватели (для лучшего преподнесения информации) и бизнесмены (визуализация отлично продаёт).

Хорошая структура заметки гораздо важнее её эстетической составляющей. От того, насколько хорошо организована подача информации, зависит, будет ли понятна она потом. Структура скетчзаметки может быть линейной, траекторальной, вертикальной, лучеобразной (радиальной), модульной, а также похожей на «небоскрёб» или «попкорн».

### **Исследования по применению скетчноутинга среди школьников.**

Рассмотрим исследование скетчноутов, созданных детьми русских школ. Чтобы понять эффективность и полезность метода.

Многие исследования направлены на изучение того, какие типы и комбинации поликодовых текстов лучше всего подходят для процесса обучения.

Анализ опытов основан на методе айтрекинга - техника зрительного контакта, при использовании которой учитываются такие данные, как общее время задержки взгляда на определенной форме информации, анализ зон интереса, тепловые карты и т. д.

В целом в ходе эксперимента рассматриваются два важных вопроса когнитивной науки:

(1) фундаментальный - обработка вербальной и невербальной информации

(2) прикладной - разработка критериев повышения эффективности новых форматов учебных текстов.

В работе был изучен феномен зарисовок «для себя», когда человек использует зарисовки для обобщения и запоминания информации. Было проведено два эксперимента с русскоязычными школьниками, с гипотезой о том, что скетчи - полезный инструмент, помогающий подросткам в учебе.

Первый описанный эксперимент показал, что школьникам, знакомым с техникой скетчноутинга, она нравится. Они находят ее интересной и полезной для запоминания информации. Главный недостаток, о котором сообщили школьники, заключался в том, что создание эскизных заметок занимает довольно большое количество времени. Наглядные заметки побуждают школьников к познавательному включению в процесс обучения и помогают им обрабатывать информацию, поскольку дети могут сами выбирать способ её отображения для дальнейшего запоминания.

Второй эксперимент был направлен на то, чтобы показать, как русскоязычные школьники обрабатывают собственные заметки и конспекты, когда их просят пересказать текст и ответить на после текстовые вопросы. Не было выявлено, какой формат конспекта — визуальные заметки или резюме - эффективнее, но выяснилось, что у школьников могут быть разные предпочтения относительно способа структурирования информации, которую они усваивают. Также, стало понятно, что области с выделенными и необычными буквами, портретами являются важной частью информации: они привлекают внимание читателя. Существенных различий в обработке эскизов «для других» и эскизов «для себя» обнаружено не было.

Таким образом, исследование подтвердило эффективность выдвинутой выше гипотезы об эффективности визуального конспектирования при запоминании и визуализации информации, что помогает исследуемым быстрее изучить и понять информацию, чем если бы они ее изучали без использования приема конспектирования.

## **Заключение**

Приобретение знаний и информации, используя наличие навыков обработки информации различными путями, поможет людям выполнять свои образовательные задачи, а также развивать свои языковые, культурные, визуальные и эмоциональные навыки. Визуальные заметки (или скетчи) — хороший пример поликодового (креолизованного) текста, в котором визуальное представление сложной информации направлено на облегчение обучения. Тем самым дизайнер становится важным звеном при формировании новой системы обучения и при дальнейшем её развитии.

Практическая польза изучения данной темы заключается в выявлении признаков и тактик, способствующих восприятию и запоминанию информации. Данные принципы и тактики можно применять в процессе обучения любой направленности. Также это поможет дизайнерам в представлении своих проектов и донесении информации до пользователя.

## **Список использованных источников**

1. Блонский П. П. Память и мышление. 1979 г.
2. Колесникова Н.И. От конспекта к диссертации: Учеб. пособие по развитию навыков письменной речи. М.: Флинта: Наука, 2002;
3. Ляудис В. Я. Память в процессе развития. — М., 1976. Развитие памяти в процессе обучения — с.220-246.
4. Dimeo R. Sketchnoting Science: How to Make Sketchnotes from Technical Content / R. Dimeo // Special Publication (NIST SP). — 2021. — № 1265. — С.1-32. — Режим доступа: <https://www.nist.gov/publications/sketchnoting-science-how-make-sketchnotes-technical-content>
5. Bratash V.S. Creating and processing sketchnotes: a psycholinguistic study / V.S. Bratash, E.I. Riekhakaynen, T.E. Petrova // Procedia Computer Science . — 2020. — № 176. — С. 2930-2939. — Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920321128>.

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ ОРТЕЗНОЙ СИСТЕМЫ

*Ю.П. Хмелевский, ст.преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
Е.Я. Барбарич, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: eyb8@tpu.ru*

### **Введение**

В современном мире при создании промышленных изделий люди все чаще и чаще начинают проектировать объекты просчитывая все их технические характеристики так, чтобы человеку было комфортно, удобно и просто им пользоваться, то есть учитывать эргономику пользования предметом. Учет эргономических требований при проектировании и конструировании изделий обеспечивает повышение эффективности и качества труда, удобства эксплуатации и обслуживания, улучшение условий труда, экономию затрат физической и нервно психической энергии работающего максимально возможным приспособлением изделий к его функциональным возможностям.

Поэтому целью нашей работы являлся анализ проектируемой ортезной системы при помощи соматографических схем с учетом антропометрических характеристик.

### **Антропометрия, эргономика и соматографические схемы**

Антропометрия – составная часть антропологии (науки о происхождении и эволюции человека). В эргономике под антропометрией понимается система измерений человеческого тела [1]. Антропометрические признаки определяются с учетом возрастных, половых, территориальных и других факторов, так как они существенно от них зависят.

В идеальном случае размеры реабилитационного оборудования должны быть такими, чтобы все взрослое население имело возможность эффективно им пользоваться. Считается достаточным, чтобы около 90 % людей – могло удобно располагаться на рабочем месте, оставшиеся 5 % самых малых или 5 % самых больших людей будут испытывать некоторые неудобства, обычно вполне допустимые [2].

Эргономические антропометрические признаки играют важнейшую роль в осуществлении соматографических исследований. Соматографические и экспериментальные (макетные) методы решения эргономических задач используются для выбора оптимальных соотношений между пропорциями человеческой фигуры и формой, размерами машины (предмета), ее элементов [3].

### **Соматографические схемы реабилитационного оборудования**

Было создано несколько моделей, которые имеют одинаковый внешний вид, но разные параметры. Были рассчитаны необходимые параметры изделия, присущие людям в соответствии с их половыми признаками и 5-ым и 95-ым перцентилем. Так, была создана модель оборудования для женщин с ростом 154,24 см и 173,13 см, а также мужчин с ростом 166,44 см и 184,94 см.

Были созданы соматографические схемы для разных видов занятий на тренажере, а именно вертикализация пациента, ходьба, поднимание ног назад в согнутом состоянии и в бок. Исходя из схем, можно заметить каким образом люди с разными ростовыми данными будут располагаться на тренажере. На рисунке 1 представлены максимальный рост мужчины и минимальный рост женщины, так как такие ростовые данные являются максимальным и минимальным параметрами оборудования.

Также следует отметить, что все промежуточные размерные данные ног в зависимости от индивидуальных данных могут регулироваться.

Кроме того были созданы соматографические схемы для других ростовых характеристик и проанализированы. Исходя из схем можно сделать вывод, что данное оборудование подходит для людей с разными ростовыми данными, имеющими разные параметры рук, ног, туловища. И это оборудование можно изменять при помощи регуляторов высоты.

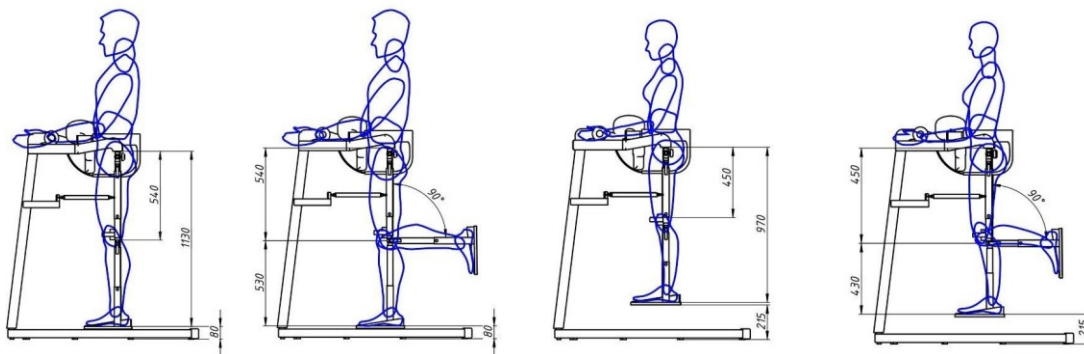


Рис. 1. Соматографическая схема оборудования

### Заключение

В результате проведенного соматографического анализа реабилитационного тренажера были выявлены эргономические антропометрические признаки, а также было подтверждено соответствие размеров проектируемой ортезной системы минимальным и максимальным ростовым характеристикам человека в положении стоя. В заключении, можно заметить, что метод соматографических схем как способ анализа эргономики оборудования позволяет эффективно оценивать разрабатываемые конструкции реабилитационного оборудования и использовать в процессе дизайн-проектирования.

### Список использованных источников

1. Курбацкая Т.Б. Эргономика. В 2-х частях. Часть 1. Теория. Учебное пособие. – Набережные Челны, 2013.
2. — 213 с
3. Эргономика: учебное пособие / сост. А.И. Фех; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014 – 119 с
4. Баулина О.В., Снопкова Е.В., Ермолаева Ю.В. Использование методов соматографии при проектировании рабочего места // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-1. – С. 62-62;

## СПЕЦИФИКА КОСМИЧЕСКОГО ЭРГОДИЗАЙНА

*М.С. Кухта, д.ф.н., профессор ОАР ИШИТР ТПУ,  
А.А. Варакута, студент гр. 8Д91,  
Томский политехнический университет  
E-mail: aav68@tpu.ru*

### **Введение**

С развитием технологий космические системы становятся все более приспособленными для долгого пребывания людей в космосе и удовлетворения жизненно важных потребностей во время полетов. В работе рассмотрен вопрос о возможности улучшения пространства, в котором находится космонавт для повышения эффективности его труда с помощью применения эргодизайна.

### **Особенности космического эргодизайна**

Эргодизайном называют взаимодействие дизайна и эргономики, направленное на создание качественных с точки зрения удобства и эстетики объектов, ориентированных на человека и его успешную деятельность [1]. Цель эргодизайна, в том числе космического, заключается в проектировании объектов и предметов на основе эргономики и эстетики в соответствии с потребностями человека и для создания комфортных условий жизни, оказания позитивного влияния на ее качество и обеспечение эффективности деятельности с учетом физических возможностей человека и его особенностей [2].

При проектировании и размещении каких-либо элементов на объектах, используемых в условиях космоса, необходимо учитывать особенности пребывания в нем. При проектировании объектов, находящихся в рабочем пространстве космонавта, в первую очередь внимание направлено на функциональность и эргономичность. Внимание уделяется даже повседневным вещам, которые в условиях космоса оказывают большое влияние на процесс полета и состояние космонавта, как физическое, так и эмоциональное, поэтому должны быть тщательно проработаны. На протяжении всего полета организм человека сталкивается с рядом опасностей, поэтому требуется тщательная подготовка и внимание за состоянием здоровья. Отсутствие силы тяжести много влияет на человека, так как нагрузка на тело распределяется иначе, поэтому состояние космонавтов подвергается регулярному контролю [3]. Находя причины возникающих негативных последствий, появляется возможность избавиться от них путем создания новых конструкций или изменения их положения.

Одним из важных условий, с которым сталкиваются космонавты, является ограниченное пространство, которое не должно вызывать негативные эмоции, так как может стать причиной стресса и повлиять на полет [4].

Так, для создания благоприятных для работы условий космический архитектор Галина Балашова решила проблему путем использования различных тонов для создания более комфортного пребывания космонавтов на космическом корабле, то есть тон переходил от темного к светлому на потолке, а пол был выполнен из мягкой зеленой ткани для имитации травы [5].

С помощью цвета на космическом корабле можно создать приятную и напоминающую пребывание на Земле атмосферу. Это возникает из-за ассоциаций, связанных с цветом, возникающих образов и эмоций. Каждый человек воспринимает цвет по-своему в зависимости от индивидуальных предпочтений, но множество исследований свидетельствуют о том, что большая часть людей имеет схожие психологические и физические реакции на цвета. На основе социальных опросов и исследований специалистов в данной области были выявлены распространенные цветовые ассоциации людей. Среди них самыми спокойными цветами являются синий и зеленый, а одним из пассивных – серый [11].

### **Проектирование ручек для космического 3Д-принтера**

Учитывая влияние дизайна на самочувствие человека и его работоспособность многие объекты подвергаются доработкам. Так и 3Д-принтер, используемый на космической станции был модернизирован, но при этом имеет ряд недочетов. Одним из них является отсутствие возможности ухватиться для удержания космонавта на одном месте и нажатия кнопок на экране. Таким образом, для получения ответа на вопрос, поставленный перед началом работы, было принято решение

спроектировать ручки для дополнения корпуса 3Д-принтера, позволяющие космонавту удерживаться на месте во время работы и касаться экрана большими пальцами для нажатия кнопок на нем.

Для разработки наиболее эргономичных и эстетически подходящих для космических условий ручек рассматривались различные формы и стилистические решения. Было принято решение остановиться на использовании ручек прямоугольной формы, грани которой, располагающиеся ближе к экрану, имеют большие скругления и позволяют руке свободно двигаться и дотягиваться пальцем до необходимого участка экрана. На рисунке 1 представлена визуализация ручек. С их помощью был решен один из недочетов существующего 3Д-принтера.



Рис. 1. Ручки

Таким образом, с помощью улучшения 3Д-принтера, используемого космонавтами, было доказано, что эргодизайн способствует улучшению условий пребывания человека на космической станции и может повысить эффективность его трудовой деятельности.

### **Заключение**

В результате работы были рассмотрены особенности эргодизайна в условиях космоса и их влияние на проектирование пространств, в которых находится космонавт, и используемых им на космической станции объектов. С помощью изученной информации был доработан 3Д-принтер, использующийся на борту станций. Таким образом, было выявлено, что эргодизайн оказывает большое влияние на психологическое и физическое состояние космонавта, позитивно сказываясь на нем, поэтому должен учитываться при проектировании для создания комфортных условий для человека и его эффективной трудовой деятельности.

### **Список использованных источников**

1. Эргодизайн промышленных изделий и предметно-пространственной среды. – М.: ВЛАДОС, 2009
2. Космический эргодизайн и эргономика. [Электронный ресурс]. – URL: <https://readings.gmik.ru> (дата обращения 20.11.2021)
3. Один день космонавта. [Электронный ресурс]. – URL: <https://artsandculture.google.com> (дата обращения 20.11.2021)
4. Космическая психология. [Электронный ресурс]. URL: [www.booksite.ru](http://www.booksite.ru) (дата обращения 20.11.2021)
5. Космический дизайн. [Электронный ресурс]. – URL: <https://aif.ru> (дата обращения 20.11.2021)
6. Захаров А. И., Кухта М. С. Особенности формообразования предметно-функциональных структур в дизайне. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – с. 204-209
7. Кухта М. С. Исследование особенностей проектирования приборов для космической станции. — Томск: Томский политехнический университет, 2021. — с. 278-279
8. Кухта М. С. История и методология дизайн-проектирования. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021



## ПРЕДПРОЕКТНЫЙ АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ МОДУЛЬНОЙ ИГРЫ

*Е.М. Давыдова, ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
В.И. Ващенко, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: valery.vashchenko.des@gmail.com*

### **Введение**

Модульная игра – вид игр, состоящий из схожих по форме, стилю элементов, из которых можно собрать какое-то количество разнообразных объектов. В основном модульные игры применяются для развития у детей пространственного мышления, воображения, способствуют развитию сочетания цветов. Модульные игры могут помочь детям с особенностями развития развить пространственное мышление, поскольку задания, связанные с пространственными представлениями, довольно трудны для некоторых из них [1].

Данная работа направлена на теоретическое изучение аспектов, связанных с игровой деятельностью детей, развитием пространственного мышления у детей с особенностями развития, а также на формирование критериев для разработки собственной игры.

### **Новый подход к обучению**

На сегодняшний день мире существует большая потребность в креативных, творческих людях, в основном это связано с техническим прогрессом. По этой причине в системе образования наступил кризис [2]. Одним из вариантов решения данной проблемы является внедрение интегративного подхода к обучению детей. Данный подход сможет помочь развить креативность, объемно-пространственное мышление, а также мелкую моторику. Наиболее эффективный способ внедрения интегративного подхода – это игра.

### **Определение понятия «модульная игра» и краткая характеристика**

Модульная игра – это игра с определенными правилами или без таковых, состоящая из модулей (элементов, единиц). Главный признак модульной игры – большая вариативность. Они развивают такие важные характеристики и навыки, как память, речь, концентрацию и переключение внимания, наблюдательность и усидчивость, мелкую моторику, креативность, пространственное мышление [3].

### **Развитие креативности с помощью модульных игр**

Креативность – это характеристика личности, отражающая способность к творчеству и воспроизведению новых идей. Она является обязательной характеристикой целостной личности и зависит от большого количества психологических характеристик. Креативность наилучшим образом развивается в условиях свободы действий для ребенка, а также с помощью заданий на дополнение и создание реальности [4]. Следовательно, модульные игры будут являться отличным вариантом для развития креативности.

### **Мелкая моторика и модульные игры**

Мелкая моторика – это совокупность согласованных действий систем организма, направленная на выполнение мелкой работы пальцами и кистями рук, ног. По словам детских врачей и педагогов, мелкая моторика зависит от развития речевого аппарата и остроты зрения. Для развития мелкой моторики необходимо использовать игрушки сборно-разборного типа с возможностью нанизывания, застегивания, завязывания и раздвижения [5].

### **Объемно-пространственное мышление и влияние на него модульных игр**

Пространственное мышление – это вид интеллектуальной деятельности, при помощи которого человек воспринимает предметы в трехмерном пространстве. Данный навык необходим для дальнейшего успешного обучения начертательной геометрии, картографии, рисунку, необходим для творческих специальностей [6]. Для развития пространственного мышления под категории 3-5 и 5-7 лет подходят игры на складывание из различных модулей маленького размера более крупные объекты – конструкторы и их разновидности.

## **Формирование пространственного мышления у детей с особенностями развития**

В 2016 году только в России число детей, имеющих врожденные особенности развития, составляло 2 миллиона. Их число увеличивается с каждым годом на 4-6 %. У детей с церебральным параличом есть нарушения как в психическом развитии, так и с опорно-двигательным аппаратом и речью. Такие дети не воспринимают пространство так, как необходимо, у них страдает моторика. Поэтому педагоги советуют делать упор в занятиях с детьми с ДЦП, помимо прочих развивающих занятий, на самостоятельную сборку и разборку предметов, взаимодействие с фигурами из палочек и других форм [7].

## **Восприятие детьми различных форм**

В дошкольном возрасте формируются все основные психические процессы, восприятие мира. В развитии восприятия различных форм, детям помогают различные игры на конструирование предмета из его частей (конструктор, пирамидки и подобные игры), задания на описания предметов, которые ребенок видит перед собой.

## **Восприятие детьми цветов и оттенков**

Различные психологические исследования гласят, что уже с раннего детства цвет имеет тесную связь с эмоциями человека. Дети довольно рано начинают различать цвета, поскольку они вызывают у них определенные эмоции. Приятные вещи они ассоциируют с яркими цветами и разнообразными оттенками, что-то страшное и неприятное вызывает ассоциации с темными цветами, грязными оттенками [8]. Если ребенок испытывает положительные эмоции, то его внимание больше привлекают красный, желтый и оранжевый цвета, в меньшей степени привлекают голубой и зеленый.

## **Критерии для разработки собственной модульной игры**

Основываясь на выводах из предпроектного анализа, можно резюмировать, что модульная игра – универсальное средство для помощи в формировании у дошкольников и младших школьников таких важных характеристик, как креативность, объемно-пространственное мышление, мелкая моторика, зрительно-двигательная координация движения рук, восприятия форм предметов, а также поможет детям с особенностями развития сформировать восприятие мира, помочь развить двигательные функции верхних конечностей, помочь социализироваться при игре в группе.

Для проектирования собственной модульной игры нужно учитывать нижеперечисленные критерии.

- Возрастная категория. Модульная игра предварительно будет рассчитана на возрастную категорию 5-7 лет. Это наиболее подходящий возраст для тренировки данных характеристик.
- Определенный художественный образ. Для детей очень важно, чтобы предмет, с которым они взаимодействуют, имел определенные отсылки к существующему объекту, поскольку у них превалирует образное мышление.
- Форма модулей. Если добавить в модульную игру более сложные формы, ребенок быстрее научится их воспринимать, поскольку восприятие может обгонять биологическое развитие ребенка.
- Цвета модулей. Для того, чтобы прививать детям хороший цветовой вкус, необходимо использовать разбеленные оттенки. Поскольку дети в возрасте 4-7 лет уже хорошо воспринимают различные цвета, пастельные оттенки помогут успокоить ребенка, помочь научиться сочетать цвета между собой.
- Соответствие ГОСТам. Игрушки, имеющие защитно-декоративные покрытия, должны быть стойкими к действию слюны, пота и влажной обработки. Размер соединительных модулей не должен быть слишком мелкий, поскольку возрастная группа – 4-7 лет.

## **Заключение**

В ходе данного исследования был проведен предпроектный анализ, в котором отмечалась польза модульных игр при развитии у детей различных характеристик. В ходе данного анализа были выведены критерии для проектирования собственной модульной игры.

### Список использованных источников

1. Развитие мышления как средство коррекции [Электронный ресурс]. URL: <https://docplayer.com/131362540-Razvitie-myshleniya-kak-sredstvo-korrekcii-rebenka-s-dcp-myshlenie-imeet-ryad-spezificheskikh-priznakov.html> (дата обращения: 10.12.2021).
2. Насырова Э.Ф. Педагогическая характеристика интегративно-модульного обучения студентов вуза / Вестник ТГПУ, вып. 11 (89), 2009
3. Кудрявцева Е.Л., Бубекова Л.Б. Инновационные инструменты индивидуального психолого-педагогического сопровождения билингвов. Создание и поддержка треугольника взаимной интеграционной сохранности//, 2014. – с. 294-300», 2014. – с. 294-300
4. Кондаков И.М. Психологический словарь. – М., 2000 – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://psychology.academic.ru/1001/креативность> (Дата обращения: 15.12.2021)
5. Осипова, Л. Б. Методические рекомендации к программе "Развитие осязания и мелкой моторики" : Коррекционно-развивающая программа для детей младшего дошкольного возраста с нарушениями зрения / Л. Б. Осипова ; Челябинский государственный педагогический университет. – Челябинск : Цицеро, 2011. – 123 с. – ISBN 978-5-91283-149-2.
6. Статья «Пространственное мышление» [Электронный ресурс]. URL: <https://repetit.ru/blog/articles/prostranstvennoe-myshlenie/> (дата обращения: 16.12.2021).
7. Шлапаченко Ольга Анатольевна Использование игровых занятий для развития пространственного мышления детей 5-6 лет со спастической диплегией // Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports. 2012. №8.
8. Вафина Е. А. Эмоциональное восприятие ребёнком цвета //Начальная школа плюс До и После. – 2008. – №. 2. – С. 35-37.

## УГЛУБЛЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПСИХОЛОГИИ ДИЗАЙНА ИНТЕРФЕЙСОВ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА СПОРТИВНЫХ ЧАСОВ

*Е.М. Давыдова, ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
В.И. Ващенко, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: valery.vashchenko.des@gmail.com*

### **Введение**

В рамках проведенного ранее исследования, была выявлена связь психологии человека и проектирования интерфейса спортивных часов, самые важные показатели для спортивных часов, статистика снижения зрения, проблемы людей с дислексией и дальтонизмом, на основе полученных знаний был спроектирован интерфейс. Данная работа продолжает исследование и направлена на углубленное изучение психологических аспектов, влияющих на проектирование интерфейсов. В результате работы, был создан прототип, который можно тестировать на пользователях.

### **Исследовательская часть**

Интерфейс спортивных часов должен вызывать спокойствие и уверенность. Чтобы определить, дружелюбный ли интерфейс или нет, нужно проверить его на эмоциональность. Если интерфейс не передает эмоций, он не будет популярен. Пользователь не проникнется сутью девайса, не сможет установить связь с ним и, скорее всего, не будет пользоваться часами [1].

Необходимо иметь портрет целевой аудитории для точного определения того, какие эмоции должен вызывать интерфейс. Портрет целевой аудитории для интерфейса спортивных часов – спортсмены – профессионалы и спортсмены-любители, а также люди, которые только хотят заниматься спортом и ищут гаджет, который сможет им в этом помочь. Основные эмоции – бодрость, оживление, умиротворение, доверие. Эмоции выбраны с помощью колеса эмоций Роберта Плутчика [2].

Положительные эмоции могут выступать в роли раздражителя, именно они устанавливают связь с пользователем. Они могут заставить пользователя переживать опыт, похожий на разговор с близким другом. Такую эмоциональную связь может обеспечить похвала, поддержка, а также забота, ведь когда пользователь получает это от другого человека, то вырабатываются гормоны счастья. В рамках интерфейса спортивных часов, данные чувства человек может испытать, получая уведомления после тренировки или соревнований, или перед ними. Это может помочь поднять дух и замотивировать спортсмена на тяжелую работу.

Уведомления с похвалой можно дополнить наличием персонажа, например, стилизованного животного, сделать возможность выбирать данного питомца в личном кабинете. Это поможет привлечь как более младшую аудиторию, поскольку дети любят милых персонажей, так и более эмоциональных спортсменов.

Существует мнение, что при занятии профессиональным спортом, человек подвержен психологическим перегрузкам гораздо сильнее, чем при занятии любительским спортом, поэтому наличие эмоциональности в дизайне интерфейса спортивных часов более чем оправдано.

Гештальт — это группа принципов визуального восприятия, разработанная немецкими психологами в 1920-х годах. Это принципы или законы человеческого восприятия, которые описывают, как люди группируют похожие элементы, распознают закономерности и упрощают сложные изображения [3].

Принцип Воплощение возникает, когда мозг сопоставляет то, что видит человек, и то, о чем имеет представление, заполняя тем самым пробелы в изображении. Данный принцип можно использовать в интерфейсе спортивных часов, обозначая таким образом питомца-помощника. Такой вариант будет выгодно смотреться, когда в интерфейсе ограниченное количество цветов.

Принцип Близости гласит, что расположенные близко друг к другу, воспринимаются как более связанные, чем те, которые расположены дальше друг от друга. На примере разрабатываемого интерфейса часов, данный принцип используется во многих экранах, например, на экране, который отображает журнал тренировок: здесь три колонки, которые обозначают тип тренировки, километраж

и дату. Каждая строка обозначает одну тренировку. Поскольку расстояние между строками больше, чем между столбцами, информация воспринимается корректно и целостно.

### Прототипирование интерфейса

Прототипирование интерфейса было реализовано в онлайн-сервисе для разработки интерфейсов Figma [4], который имеет бесплатный тарифный план. Было решено использовать разные настройки, чтобы далее в процессе тестирования интерфейса можно было выбрать наиболее предпочтительные варианты перехода экранов и расположение меню – вертикальное или горизонтальное.

Для первого варианта интерфейса «Горизонталь», при переходе от одного экрана к другому, была выбрана функция умной анимации, при которой экраны наслаиваются друг на друга, что способствует более плавному переходу (рисунок 1).

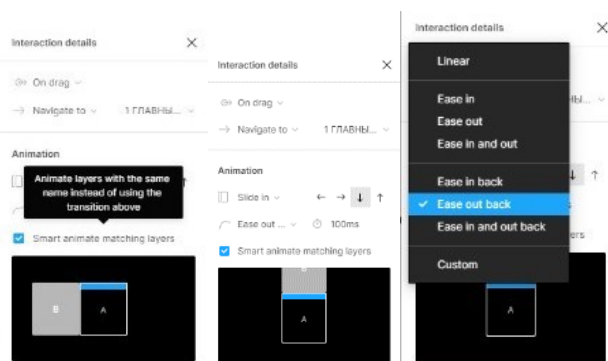


Рис. 1. Настройка анимации экранов 1 варианта интерфейса (Горизонталь).

Для анимации второго варианта интерфейса («Вертикаль») были выбраны менее плавные, но более долгие переходы – 300 миллисекунд против 100 в первом варианте. Умную анимацию было решено выключить для сравнения. Плавность перехода было решено выбрать Ease in and out — анимация начнется медленно, ускорится и затем снова замедлится (рисунок 2).

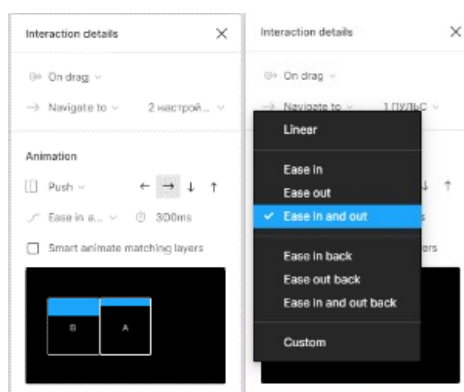


Рис. 2. Настройка анимации экранов 2 варианта интерфейса (Вертикаль).

В концепции «Вертикаль» при нажатии на кнопки, например, старт, сброс, следующий экран открывается поверх предыдущего, чтобы исключить перелистывания экранов там, где это не нужно, например, в секундомере.

Интерфейс необходимо протестировать на пользователях. Для этого можно использовать смартфон, чтобы размер экрана был максимально приближен к размеру часов. Пользователю необходимо открыть ссылку в браузере и в спокойной обстановке пройти тестирование сначала одного варианта интерфейса и через какое-то время – другого.

При идеальном стечении обстоятельств интерфейс необходимо протестировать непосредственно на часах, но в данных условиях такой возможности нет.

Поскольку данный интерфейс разрабатывается именно для спортивных часов, условием для тестируемых должна быть небольшая физическая нагрузка.

Для установления нагрузки были использованы упражнения, которые применяются для проверки восстановления пульса у спортсменов на медосмотрах – 20 приседаний. Данный факт был получен от дипломированного тренера по физической культуре.

Таким образом, при средней нагрузке человек сможет дать более точные результаты при тестировании.

На данном этапе интерфейс еще не был протестирован на пользователях, это планируется выполнить при дальнейшей работе над проектом.

### **Заключение**

Данная работа была направлена на глубокое изучение психологических аспектов, которые влияют на проектирование интерфейсов, а именно: изучена сущность понятия эмоциональный дизайн, выявлен портрет целевой аудитории, рассмотрены принципы гештальта. На их основе были придуманы новые функции для интерфейса, разработаны вопросы для тестирования, создан прототип двух вариантов интерфейса.

### **Список использованных источников**

1. Как создать эмоциональный дизайн сайта или приложения [Электронный ресурс]. URL: <https://idbi.ru/blogs/blog/emotsionalnyy-dizayn-sayta> (дата обращения: 07.05.2021).
2. Адаптационная теория эмоций Роберта Плутчика [Электронный ресурс]. URL: <https://psychojournal.ru/article/145-adaptacionnaya-teoriya-emociy-roberta-plutchika.html> (дата обращения: 08.05.2021).
3. Интернет издание Marketer [Электронный ресурс]. URL: <https://marketer.ua/about-marketer/https://marketer.ua/principles-of-gestalt-in-design/> (дата обращения: 05.08.2021)
4. Онлайн-сервис для проектирования и прототипирования интерфейсов Figma [Электронный ресурс]. URL: <https://www.figma.com> (дата обращения: 06.08.2021).

# РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОЛОЧЕК МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Е.В. Вехтер, канд. пед. наук., доцент ОАР ИШИТР ТПУ,  
Н.С. Жамантаев, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: vechter@tpu.ru*

## Введение

Медицинские изделия имеют свою особую специфику при проектировании. Промышленным дизайнерам при проектировании медицинского оборудования необходимо учитывать специфику эксплуатации и технологии изготовления изделий данного типа, определять материалы, и конструкторские решения. В данной работе критерии на проектирование оболочки медицинского оборудования будут выводиться на примере роботизированной С-дуги. Данное оборудование имеет широкое применение, как и для проведения операций так и для диагностики.

Критерии или требования к объекту являются основной частью технического задания в проектировании. Расплывчатые формулировки в ТЗ приводят к недоразумениям, спорам и частым изменениям его содержания. Наоборот, чрезвычайно детальные указания сковывают творчество проектировщиков и не позволяют достичь требуемого технического уровня изделия. Поэтому качественная разработка критериев проектирования медицинского оборудования необходима для комплексного и системного подхода к проектированию.

Целью данной работы является исследование системного подхода для разработки критериев дизайн-проектирования оболочек медицинского оборудования.

## Изучение требований, предъявляемые к изделиям при проектировании

При формировании технического задания необходимо отталкиваться от общих требований, предъявляемых к изделиям. Общая классификация требований, предъявляемых к изделиям разработана Лоцманенко В.В, Кочегаровым Б.Е. [1]. Эта схема была адаптирована для медицинского оборудования (рисунок 1).



Рис 1. Классификация требований, предъявляемых к медицинскому оборудованию

Предъявляемые требования к медицинскому оборудованию обязаны соответствовать её типу и назначению: параметры оценки хирургического и физиотерапевтического оборудования, конечно, будут разными. Однако существуют и универсальные стандарты, заложенные в основу производства любой техники медицинского назначения.

Приоритетными для лечебной аппаратуры являются нормы безопасности и технико-эксплуатационной надёжности – именно от них зависит способность оборудования работать корректно, чётко, без сбоев, тем самым способствуя снижению медицинских рисков.

## Технологические требования

Удобство разборки, транспортировки, монтажа и ремонта изделия. Транспортировка изделия проводится в собранном состоянии, т. е. оболочка изделия не подразумевает ее монтаж

непосредственно на месте. Ремонт и обслуживание одна из самых важных составляющих, он проводится местными медицинскими техниками, поэтому должен быть легкий и быстрый доступ к элементам подверженным наибольшему износу и наиболее хрупким, или нуждающиеся в периодической калибровке.

Снижение трудоемкости сборки. В данном случае данный пункт влияет в меньшей степени в силу того, что изделие малотиражное, процесс сборки не нуждается в автоматизации.

### **Производственные**

Иметь большие производственные мощности при производстве малотиражных изделий скорее экономически не выгодно, поэтому чаще всего изготовление отдельных узлов, плат и деталей отдается на завод изготовитель. Поэтому изготовление деталей должны соответствовать возможностям завода-изготовителя.

### **Материалы**

Материалы — это сложный многофакторный критерий, который тесно связан с технологией изготовления. Для разных узлов конструкции применяются различные материалы.

Так, например для корпуса дуги будет применен пластик, так как он имеет легкий вес и добиться достаточной прочности можно, используя различные конструктивные решения.

Для корпуса пульта в свою очередь рациональнее использовать нержавеющей металл. Так как пульт должен выдерживать большие физические нагрузки в связи с особенностями его расположения в операционной.

### **Эксплуатационные**

Износоустойчивость и долговечность. В силу того, что оборудование дорогое и с высокими эксплуатационными требованиями, стоит выстраивать высокие требования к износоустойчивости и долговечности ко всем деталям. Изготовление корпуса из устойчивого к механическим и химическим воздействиям пластика.

Соответствия целевому назначению. Корпус не должен препятствовать прямой цели оборудования- проведения рентгеновских процедур.

Прочность и жесткость. Выбор подходящего прочного пластика с толщиной минимум 4мм. Достаточное количества мест креплений для корректного распределения веса корпуса.

### **Социальные**

Безопасность эксплуатации. Любое медицинское оборудование подвержено сертификации и должно проходить эксплуатационные испытания. Помимо этого, должны проводиться следующие исследования: анализы на биосовместимость, токсичность, прочность, долговечность, износоустойчивость. Так тщательный подбор материалов для изготовления медицинской аппаратуры способствует нейтральному взаимодействию с кожей, тканями, физиологическими жидкостями человеческого организма, исключает возникновение аллергии и других форм проявления биологической несовместимости.

Полный состав требований к медицинскому оборудованию прописан в «Техническом регламенте

«О безопасности медицинских изделий». В данном случае с С-дугой, пульт управления должен иметь степень влагозащиты  $IP\ X4$ , что подразумевает отсутствие защиты от пыли, но степень защиты от попадания внутрь влаги под давлением с различных углов полива. Должны использоваться не токсичные материалы. Прямого контакта человека с оболочкой корпуса нет, поэтому в данном случае многие виды пластика подходят. Так же должно быть предусмотрено экранирование (создание прослойки защищающего от электромагнитного излучения), необходимое для стабильной работы оборудования.

Удобство эксплуатации. Специфика эргономики в медицинском оборудовании заключается в большем количестве участников и видов сценариев взаимодействия с ним. Весь медицинский персонал (хирурги, ассистенты, анестезиологи) взаимодействуют с элементами управления и всем оборудованием в целом, они перемещаются вокруг оборудования, подключают его и при всех манипуляциях не должны складываться ситуаций, когда медперсонал будет цепляться или запинаться



об элементы оборудования. Но все же конкретного взаимодействия с корпусом дуги практически нет. В большей степени они взаимодействуют с пультом управления. Он должен иметь удобные ручки джойстиков, большие кнопки, так как перед операцией пульт покрывается пленкой, а медработник находится в перчатках, все это препятствует легкому нажатию, поэтому необходимо подбирать подходящие комплектующие. Иконки должны быть понятными и читабельными.

Так как данное оборудование в том числе используется для лечения аритмии путем проведения эндоваскулярных операций, в процессе которого пациент находится в сознании. необходимо чтобы внешний вид оборудования внушал, спокойствие и выглядел современно. Потому что с точки зрения пациента, роль восприятие им оборудования наиболее важной критерий. Непосредственного тактильного контакта между оборудованием и пациентом не будет, в данном случае здесь играет большую роль когнитивная эргономика. Медицинские исследования и тем более операционные манипуляции — это личная и очень психологически сложная история. Человеку более комфортно, когда он видит, что при исследовании применяются современное оборудование оценить, он может только внешне поэтому важен эстетически приятный вид, это позволяет психологически разгрузить себя при операциях без общего наркоза. А также поднять имидж самой клиники. Как говорилось выше, для комфортной работы мед. техников необходима возможность ремонта, замены элементов, проверки определенных узлов конструкции.

Условия эксплуатации.

С - дуга так же используется при операциях. Данная процедура сопровождается дополнительными ужесточенными условиями. Во время операций, движения медработников сфокусированы над выполнением поставленных задач, поэтому о корпус дуги будут ударяться различные предметы: стойки, столы и другое дополнительное оборудование. Поэтому оборудование должно выдерживать удары. Иметь защиту ip x4, для должной обработки оборудования, а сам пульт выдерживать высокую статическую нагрузку.

### **Экономические**

Себестоимость изготовления изделия. Само по себе производство медицинского оборудования довольно дорогостоящие. В силу того, что используются высокотехнологичное оборудование и комплектующие, а также используется высококвалифицированный труд и при всем этом оборудование новое и сложное, поставить на поток его производство довольно трудно, поэтому часто такое оборудование имеет малый тираж, что также сказывается на себестоимости.

Особенность в проектировании данных систем является в его уникальности, постоянном усовершенствовании. Хотя такие системы и проходят по стандартным требованиям, но они в своем роде являются единичным товаром, так как большое затрачиваемое время на производство приводит к усовершенствованию в рамках каждой системы. В таком случае сложно прогнозировать будущие изменения, сложно поставить такое производство на поток и использовать технологии для массового производства в данном случае не будет рациональным решением. Технологии изготовления единичных экземпляров дорогостоящие, но часто единственный подходящий метод.

### **Заключение**

В данной работе была достигнута цель: исследован системный подход для разработки критериев дизайн-проектирования оболочек медицинского оборудования. На основе которого выявлены и описаны наиболее значимые критерии, которые влияют на ранние этапы проектирования.

### **Список использованных источников**

1. Лоцманенко В.В, Кочегаров Б.Е. проектирование конструирование (основы). Учебное пособие – М.: Мир, 2004, 96с
2. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход. Перевод с польского. – М.: Мир. 1981, 266 с.
3. Чайлд Д. Оптимальное проектирование. Перевод с англ. – М.: Мир, 1981, 266 с.
4. Хилл П. Наука и искусство проектирования. Перевод с англ. – М.: Мир, 1973, 259 с.
5. Джонс Дж. К. Инженерное и художественное конструирование. Современные методы проектного анализа. – М.: Мир, 1976.
6. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1998, 368 с. 7.

# ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ НОСИМЫХ ТРЕКЕРОВ ДЛЯ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА С РАЗРАБОТАННЫМ ТРЕКЕРОМ “INMOTION”

*В.А.Серяков, к.т.н., доц. ОАР ИШИТР ТПУ,  
Е.С.Жарина, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: esz13@tpu.ru*

## **Введение**

В современном мире спорт является неотъемлемой частью жизни общества. Пронизывая все ступени современного социума, он оказывает большое влияние на основные сферы жизнедеятельности общества, формируя тем самым моду, этические ценности, образ жизни людей. В настоящее время с развитием новых технологий стремительно растет актуальность промышленного дизайна, определяющего внешний вид бытовых предметов, окружающих человека. Процесс проектирования ориентируется на новейшие технологии, материалы, запросы потребителей, а также несовременные тренды в сфере дизайна. Потребительский спрос товара на рынке, несомненно, зависит от его эстетической привлекательности, удобства использования и функциональности.

Проблемой исследования является однотипных форм устройства, покрытий корпуса, похожие цветовые решения, влияющие на потребность в просе и ценовой категории товара.

Актуальность работы состоит в применении устройств, анализирующих состояние спортсмена, их доступность для большинства людей, занимающихся спортом.

## **Система трекинга Inmotion**

Система трекинга Inmotion – это комплексное решение для отслеживания передвижения спортсменов в реальном времени и аналитики спортивных игр.

## **Основные требования к дизайн-проектированию спортивного трекера**

Для того, чтобы выявить и определить требования для проектирования спортивного трекера необходимо выполнить исследование и проанализировать рынок существующих трекеров, выявить преимущества и недостатки для создания промышленного дизайна устройства.

К основным свойствам и элементам устройства спортивного трекера относятся:

- Корпус.
- Датчики внутри корпуса, измеряющие пульс, экг и передающие все сигналы в составляющие устройства системы.
- Кнопка – выключение\выключение датчика.
- Материалы. Материал корпуса должен обеспечивать его ударную прочность и малый вес для удобства пользования. Чаще всего для таких устройств применяются различные виды пластика (высокой прочности), сплавы легких металлов — алюминия и магния, а также конструкционные пластики, также корпуса изготавливаются выполненные из стекловолокна с поликарбонатной смолой, обеспечивающие высокую прочность и минимальный вес [3]. Корпуса многих спортивных устройств делают с резиновым покрытием, что повышает их эргономические показатели: такие устройства приятнее держать в руках, особенно в холодную погоду, они меньше скользят, и меньше риска их случайно выронить, кроме того, резина выполняет некоторые противоударные функции.
- Крепление. Наличие чехла/футляра, ремешка для удобства его размещения на теле спортсмена.
- Цветовые решения. Спортивные устройства (трекеры) с оригинальными цветовыми решениями выбиваются из остальной серой массы данных устройств, благодаря своему эстетичному внешнему виду, что позволяет повысить уровень потребительского спроса.
- Вес. Малый вес устройства обеспечивает комфортное использование трекера во время длительного ношения.

## **Исследование и анализ вариантов спортивных трекеров**

Для выявления основных требований к дизайн-проектированию спортивного трекера были проанализированы формы и характеристики моделей спортивных датчиков.

Исходя из собранных данных, где были проанализированы спортивные трекеры для командных видов спорта – футбол. Из 5 трекеров относящихся к командным видам спорта (100 %), 80% креплений и место расположения трекера это манишка либо футболка спортсмена, со специальным карманом-вкладышем для размещения датчика, и только 20% составляет крепление устройства на груди спортсмена и на других частях тела: руки, ноги. Также следует учесть вес устройств, который в основном составляет 39 г, и только одно устройство отличается весом 53 г.

Анализ, проведенный по трекерам разных видов спорта, преимущественно имеют положительные функциональные характеристики, они довольно высоки. Однако имеются и недостатки: датчики имеют однообразный дизайн, по цвету и форме практически не отличаются друг от друга.

Стоит отметить, что для повышения потребительского спроса важно, чтобы устройство выглядело эстетично. Пользователя больше привлекает современный дизайн корпуса, нежели устоявшиеся и применяющиеся многими десятилетиями формы и материалы. Несомненно, с развитием инноваций в жизни современного человека, также должен совершенствоваться и дизайн.

### Сопоставительный анализ трекеров, формирование требований к проектированию

Для реальной оценки характеристик, а также формы устройства и его использования (спортивного трекера), и проведенного анализа существующих устройств на рынке был проведен еще один анализ среди всех вышеперечисленных трекеров, анализ позволит вывести средние функции элементов и формы устройства.

Таблица 1. Средний анализ трекеров

Характеристики	Трекер для футболистов	Трекер др. видов спорта
Ср. вес	41 г	48,5 г
Материал	пластик	Прорезиненный пластик(нейлон)
Форма	Прямоугольник(скругленный)	эллипс
Цвет	черный	черный
Местокрепления	спина	Спортивный инвентарь
Вид крепления	Одежда (манишка)	Кронштейн (клей промышленный)
Время работы	6 ч	20,5 ч
Диапазон работы	210 м	64 м
Габариты	38*55*12	35*24*8
Ср. Диапазон t°	-10°, +45°	-20°, +55°

Из выявленных средних показателей характеристик трекеров, проведен сравнительно-сопоставительный анализ и можно заметить различия по функционалу:

- Мощности работы заряда;
- Крепления и место расположения датчиков;
- Габаритные размеры;
- Вес;
- Также есть и схожие данные трекеров, которые следует зафиксировать:
- Материалы изготовления;
- Форма объектов;
- Месторасположение (у каждого из видов датчиков); Требования к креплению датчика для футболистов:

У существующих аналогов 90 процентов крепления используется одежда, а точнее кармашек, в который вкладывается датчик. Месторасположения трекера это спина, так как если провести анализ или наблюдать за футбольным матчем можно заметить с какими частями тела чаще всего может соприкоснуться инвентарь игрока, который может повлиять на работу датчика это – ноги, грудная клетка.

Руки спортсмена должны быть свободны и не сковывать движения, поэтому расположение датчика на этой части тела лучше не использовать. Меньше всего соприкосновений инвентаря(мяч) и спортсмена происходит со спиной, а также такое расположение будет меньше чувствоваться спортсменом, следовательно он не будет испытывать дискомфорта во время игры.

Месторасположения датчика:

- Манишка (футболка) с кармашком для вкладывания датчика;
- Форма трекера: овальная, или прямоугольная со скругленными концами, которая будет свободно размещаться в манишке, не способствуя рискам разрыва одежды, если форма бы имела острые углы.

Требования к креплению:

Для того, чтобы расширить сферу применения объекта – спортивного трекера не только в области футбола, но и других видов спорта, необходимо выяснить возможно ли создать универсальную форму с креплением для того, чтобы датчик подходил многим другим видам спорта.

- Поиск способ крепления для датчика в виде клипсы;
- Поиск и разработка формы крепления с помощью магнитного жола, которое позволит сохранять крепление на спортивном инвентаре, а датчик при необходимости снимать для зарядки, или помещать на тело спортсмена;
- Подбор формы крепления и спортивного трекера.

### Эскизирование и поиск формы

Поскольку данное устройство – спортивный трекер, достаточно простой по набору своего функционала и его внешнему виду (форма), следует рассмотреть простые геометрические формы и проанализировать смогут ли они стать началом концептуального решения (рисунок 1).

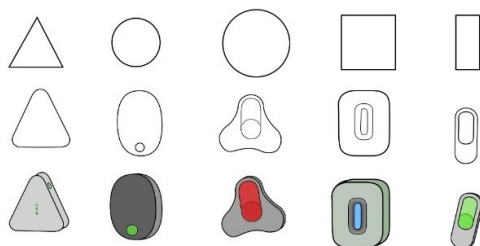


Рис.1. Использование геометрических форм по созданию эскизов трекера

При анализе формообразования эскизах вариантов было решено сопоставить две формы и проработать варианты трансформации трекера (рисунок 2).

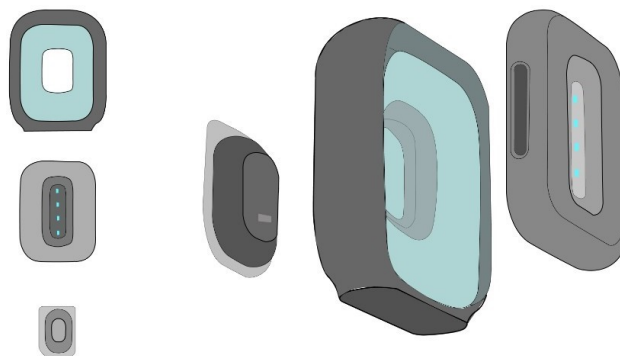


Рис. 2. Эскизы трекера

### Заключение

В результате выполнения исследовательской работы был произведен анализ существующих на рынке, проанализированы формы и крепления спортивных трекеров, выявлены различия и

сходства, а также выдвинуты требования для проектирования. Были выполнены эскизные варианты с учетом сопоставления геометрических форм, каждая из которых была проанализирована и выбрана итоговая форма, которая в последствии будет дорабатываться для этапа проектирования.

Был проведен обзор научно-методической литературы по выявлению основных требований к дизайн-проектированию корпуса спортивного трекера, изучены основные эргономические требования. Также выявлены основные аналоги спортивных трекеров рассмотрены их основные характеристики, достоинства и недостатки.

#### **Список использованных источников**

1. 1.B. Self-tracking: Empirical and Philosophical Investigations. Cham: Palgrave Macmillan, 2018. 155
2. Назаренко И. А. Физические свойства реальных поверхностей германия и кремния при адсорбции примесей металлов: дис... канд.физ.-мат. наук: 01.02.05 / И. А. Назаренко; Кубан. гос. ун-т. –Краснодар, 2000. – 224 с.Dsds
3. Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983.
4. Спортивный трекер “Inmotion” [Электронный ресурс] – URL: <https://inmotion-sports.tech/#system> (Дата обращения на сайт: 15.09.2021)

# ЭРГОДИЗАЙН ПРИБОРОВ ДЛЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

*М. С. Кухта, д.филос.н. профессор ОАР ИИШИТ ТПУ,  
К. А. Ильинова, студентка гр. 8ДМ11,  
Томский политехнический университет  
E-mail: kai15@tpu.ru*

## Введение

В настоящее время большая часть технического оборудования для космонавтов проектируется на Земле без учета условия микрогравитации. Таким образом, возникает потребность в изучении особенностей проектирования приборов для Международной космической станции (сокращенно МКС) и описание требований, предъявляемых к оборудованию.

## Описание объекта исследования

Объектом исследования данной работы является 3D-принтер. Блок 3D-принтера состоит из герметичной рабочей камеры в которой встроена печатающая система. Снаружи камеры размещается управляющий компьютер. Блок 3D-принтера предназначен для создания изделий методом послойного наплавления термопластичных полимеров в условиях космического полета.

3D-принтер имеет прямоугольную форму корпуса с габаритными размерами 500x500x300 мм.

## Понятие космического эргодизайна

При проектировании 3D-принтера необходимо учесть особенности физической среды в которой будет использован данный прибор, эргономические особенности, особенности естественного положения человека в условиях микрогравитации, а также допустимые материалы для изготовления прибора и безопасность использования. На основании этого, было сформулировано понятие эргодизайна, а в частности космического эргодизайна, который представляет собой комплексный подход к проектированию объекта или интерьера космической станции, направленный на решение вопросов, связанных с эргономикой, антропометрическими данными, физической средой, особенностями рабочей позы и когнитивной эргономики [1,3].

## Требования к эргодизайну 3D-принтера

Особенности положения тела в невесомости заключается в том, что голова наклоняется вперед относительно туловища, руки приподняты вверх и согнуты в локтевых суставах, тазобедренные суставы согнуты относительно туловища примерно на 130 градусов, такой же угол наклона имеют коленные суставы, голеностопный сустав направлен к подошве стопы [2,4]. Положение человека в невесомости с учетом комфортного сгибания частей тела представлено на рисунке 1.

При анализе положения тела человека в невесомости можно сделать рекомендации к проектированию 3D-принтера.

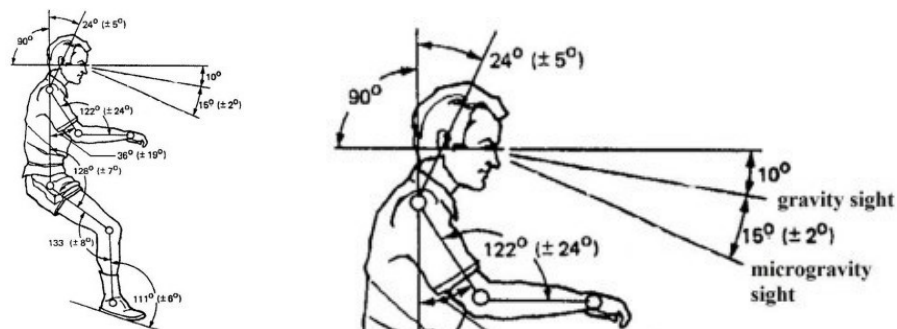


Рис. 1 Поза человека в условиях микрогравитации.

Органы управления прибором целесообразно разместить на верхней части корпуса дабы избежать залом кисти при управлении прибором. Еще один вариант размещения органов управления прибором на передней боковой стене корпуса, при использовании некоего регулирующего угол наклона стола, с помощью которого осуществляется управление.

Рабочее пространство должно содержать в себе ограничители для ног, ограничители для бедер и поручни с подходящим положением, размером и количеством, чтобы помочь космонавтам в деятельности и операционных средствах.

Для создания удобного пространства для работы астронавта, рекомендуется разумно организовать расположение каждого компонента и лабораторного оборудования в процессе проектирования, чтобы оно соответствовало видению космонавтов и удобному рабочему пространству в условиях микрогравитации.

Корпус прибора должен быть оснащен крепежными элементами для фиксации блока на рабочем месте. В качестве крепежных элементов может быть использована текстильная липкая лента. На поверхность куда будет установлен прибор клеятся текстильные микропетли, а на прибор крепятся текстильные микрокрючки. Такая технология обеспечивает достаточное крепление прибора к рабочей поверхности и способствует легкому перемещению прибора.

### **Заключение**

В результате проведения теоретического исследования в данной статье был сформулирован термин космического эргодизайна. Был проведен теоретический анализ проектирования прибора для МКС на примере 3D-принтера. В ходе анализа были сделаны выводы в виде рекомендаций к дальнейшему проектированию прибора. Данные рекомендации могут быть использованы при проектировании других устройств для применения в условиях микрогравитации.

### **Список использованных источников**

1. Эргодизайн [Электронный ресурс]. – URL: [https://rosdesign.com/design\\_materials/ergodesign.htm](https://rosdesign.com/design_materials/ergodesign.htm) (дата обращения: 06.01.2022).
2. Богомолов В.В., Григорьев А.И., Козловская И.Б. Медицинское обеспечение здоровья экипажей международной космической станции / Третий Международный Аэрокосмический Конгресс 2000 г – М.: ИМБП РАН –261 с.
3. Козлова Н.М., Нестерович Т.Б., Миронова Т.В. Космический эргодизайн и эргономика /Материалы 50-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. 2015 – Калуга: РАН – 306 с.
4. Кухта М.С., Ильинова К.А. Исследование особенностей проектирования приборов для космической станции. / Современные проблемы машиностроения сборник трудов XIV Международной научно-технической конференции 2021 г – Томск: ТПУ, 2021. – 278 с.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТОРЦЕВОЙ ФРЕЗЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ВИБРОХАРАКТЕРИСТИКАМИ

*И.А. Лысак, к.т.н., доцент, ИШНПТ ТПУ,  
И.С. Колесников, студент гр. 4АМ01,  
Томский политехнический университет  
E-mail: doc@tpu.ru*

### Введение

В настоящее время известны различные методы снижения ударно-вибрационных воздействий на инструмент для повышения надежности и качества механообработки технологической системы. В технологической системе замыкающим звеном технологической цепи является зона резания, а одним из основных источников вибраций при резании – сам инструмент. Следовательно, существует необходимость снижения уровня вибраций путем оптимизации геометрических параметров фрезы и режимов механообработки, что обеспечит повышение обрабатываемости конструкционных материалов, увеличит стойкость инструмента, улучшит качество и точность механообработки. Все перечисленное имеет высокую практическую значимость в машиностроении. Многие исследователи сходятся во мнении, что вибрационные характеристики торцевых фрез могут быть улучшены за счет усовершенствования геометрии режущих частей [1-3]. Например, в литературе [3-5] отмечается заметное увеличение стойкости цилиндрических фрез с переменным углом наклона винтовой режущей кромки, что объясняют более спокойной работой инструмента. Однако, проводимые работы далеки от завершения и преимущественно носят узконаправленный прикладной характер. Таким образом, целью настоящей работы являлась модернизация торцевой фрезы путем изменения ее геометрических параметров для снижения ударно-вибрационных воздействий на инструмент при торцевом фрезеровании и повышении качества обработанной поверхности.

### Оборудование и методы

Объект модернизации - торцевая фреза 2045-080A27R06SD12S (рис.1) диаметром  $\varnothing 80$  мм производства ООО «Промышленная компания МИОН» (Россия) с геометрическими параметрами: угол в плане  $\varphi = 45^\circ$ , передний радиальный угол  $\gamma_{рад} = 15^\circ$ , передний осевой угол  $\gamma_{ос} = 10^\circ$ , число зубьев  $z = 6$ ; оснащена твердосплавными пластинами SDMT 120408-E24.



Рис.1. Торцевая фреза 2045-080A27R06SD12S производства ООО «Промышленная компания МИОН» (Россия)

Геометрические расчеты выполнялись согласно методике [4] с использованием программного обеспечения Mathcad. Для создания твердотельной модели и конструкторской документации использовались CAD системы SOLIDWORKS и Компас 3D. Модернизация фрезы состоит в изменении



осевого и радиального углов ориентации твердосплавных пластин, при сохранении диаметра и числа зубьев прежними.

### Результаты

Для определения рабочей геометрии фрезы с параметрами для первого набора зубьев -  $\gamma_p=0^\circ$  и  $\gamma_f=8^\circ$ , а для второго -  $\gamma_p=0^\circ$  и  $\gamma_f=-8^\circ$ , контролировалось соблюдение следующих зависимостей [4]:

Угол наклона передней поверхности

$$\tan \gamma_o = \tan \gamma_p \cdot \sin K_r + \tan \gamma_f \cdot \cos K_r, (1)$$

где  $\gamma_p$  - радиальный передний угол,  $\gamma_f$  - осевой передний угол и  $K_o$  - угол в плане.

Угол наклона режущей кромки

$$\tan \lambda_s = \tan \gamma_f \cdot \sin K_r - \tan \gamma_p \cdot \cos K_r, (2)$$

где  $\gamma_f$  - осевой передний угол,  $\gamma_p$  - радиальный передний угол и  $K_o$  - угол в плане.

На основе результатов расчета угла наклона передней поверхности и угла наклона режущей кромки разработан проектная документация и построена твердотельная модель фрезы (рис. 2).

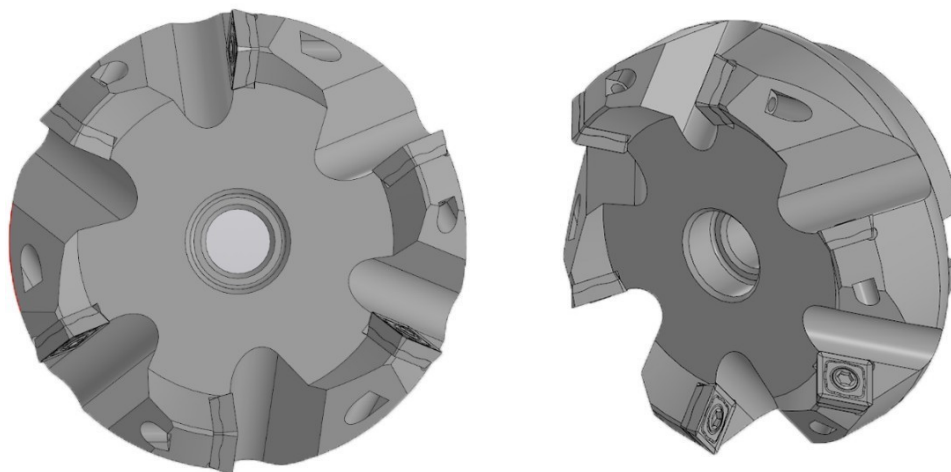


Рис. 2. Модернизированная торцевая фреза.

### Заключение

Определены основные геометрические параметры и создана твердотельная модель торцевой фрезы с переменными осевыми и радиальными углами зубьев с целью улучшения ее вибрационных характеристик относительно исходной торцевой фрезы 2045-080A27R06SD12S. Разработанная фреза может быть рекомендована к изготовлению и экспериментальной апробации.

### Список использованных источников

1. Коровин Г.И., Филиппов А.В., Проскоков А.В., Горбатенко В.В. Влияние геометрических параметров режущего лезвия на формирование области пластической деформации при резании титанового сплава ОТ4
2. Денкена Б., Бирман Д. Геометрия режущей кромки.
3. Арразола П.Дж., Озел Т., Амбрелло Д., Дэвис М., Джавахир И.С. Последние достижения в моделировании процессов механической обработки металлов.
4. Каталог PRAMET 2019 Режущий инструмент Пластины Фрезы Резцы Сверла.
5. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов.
6. Улутан Д., Озел Т. Механическая обработка, индуцирующая целостность поверхности в титановых и никелевых сплавах.

## ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАНУАЛЬНОЙ ЗУБНОЙ ЩЕТКИ

*Ю.С. Ризен, старший преподаватель ОАР ИИШИТ ТПУ,  
А. Ю. Леонтьева, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: ay113@tpu.ru*

### Введение

В исследовании уделяется внимание проведению анализа эргономики взаимодействия пользователя с мануальной зубной щеткой. Для подробного анализа был представлен промышленный образец под торговой маркой Longa Vita, ТООТ. Данная зубная щетка представляет собой новый модельный ряд, требующий разработки для покрывания потребностей людей с разными гигиеническими потребностями. Щетка имеет аналогичное строение с рядом других мануальных щеток для чистки зубов, поэтому структура проведения анализа и общие выводы исследования актуальны для других моделей мануальных зубных щеток.

### Понятие эргономики

Эргономика — это наука, благодаря которой продукты становятся более эффективными в руках человека [1]. Эргономично разработанные предметы, от мебели, которую люди используют в своих домах, до зубных щеток, которые люди используют каждый день для чистки зубов и десен, являются продуманными объектами промышленного дизайна, разработанными в соответствии с образом жизни конкретной группы пользователей [2]. Такие объекты не должны препятствовать комфорту при эксплуатации, а наоборот обеспечивать безопасную среду для их дальнейшего использования.

### Проведение исследования поведенческой модели пользователя

В данном анализе рассматривались такие процессы взаимодействия пользователя с объектом как: покупка, транспортировка до места применения, распаковка, повседневная эксплуатация изделия, ремонт, утилизация изделия. На основе выявленных процессов и действий пользователя на каждом из этапов далее будет описан проведенный эргономический анализ щетки для чистки зубов Longa Vita, ТООТ.

### Эргономический анализ зубной щетки по выделенным этапам поведенческой модели пользователя

- **Покупка.** Упаковка зубной щетки, это то, что приобретается вместе с товаром и является неотъемлемой его частью, служащей для защиты от внешних факторов, а также несет в себе описательную информацию о самом продукте. В магазине, на общем стеллаже для представления зубных щеток потенциальным покупателям, модель щетки Longa Vita, ТООТ выглядит достаточно конкурентоспособно и привлекает внимание необычным увеличенным размером чистящей зоны. Визуальное восприятие упаковки выглядит минималистично и не отвлекает от самого товара, который находится внутри упаковки.
- **Транспортировка до места применения.** При транспортировке упаковка показала себя положительно и не доставила неудобств. Закругленные края не создавали затруднений при вложении и извлечении упаковки из личной сумки пользователя. При транспортировке продукт остался защищенным от внешней среды, упаковка не нарушила своей целостности.
- **Распаковка.** На задней стороне упаковки предусмотрена перфорация для упрощения процесса вскрытия упаковки без использования дополнительных предметов. Однако диаметр полученного отверстия не соответствовал размеру зубной щетки (слишком мал, чтобы извлечь щетку) и упаковку пришлось дополнительно до разбирать и деформировать, что считается не удобным. Также после вскрытия упаковки сложно прочесть информацию на задней стороне упаковки (Рисунок 1, Б).
- **Повседневная эксплуатация изделия**
  - **Рукоятка зубной щетки.** При повседневной эксплуатации представленной зубной щетки выявился ряд, описанных далее, условностей, требующих доработки. При стандартном удержании зубной щетки, ее конец ручки имеет два заостренных угла,

которые дискомфортно упираются в мягкую часть ладони, а большой палец руки неестественно выгибается. Если попробовать перевернуть щетку и захватить ее ладонью, то большой палец интуитивно и накладывается на плоскую площадку, предназначенную для логотипа. Острый конец, при таком захвате не упирается в ладонь (Рисунок 1, А)

Также если удерживать щетку предполагаемым образом, то верхняя плоская площадка с логотипом своими углами оказывает давление на указательный палец, что также приносит дискомфорт при использовании (Рисунок 1, Б)

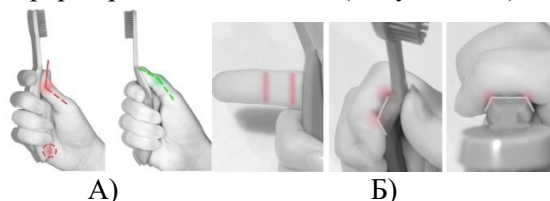


Рис. 1. А) Сравнение расположений ручки зубной. Б) Углы в рукоятке щетки.

- **Головка щетки и щетинки.** В начале использования зубной щетки возникало непривычное ощущение, так как данная щетка одновременно захватывает области верхних и нижних зубов. При очищении вестибулярной поверхности зубов не возникало сложностей при использовании. При очистке жевательной поверхности головка щетки попадала по противоположным зубам, это заметно по оставшимся после чистки зубов засечкам на головке щетки. При очистке внутренней поверхности зубов, возникали болевые ощущения, когда острая кромка касалась десен и других мягких тканей полости рта.

### Результат эргономического анализа

Эргономический анализ позволил выявить ряд следующих аспектов, требующих доработки зубной щетки Longa Vita, TOOT:

- Упаковка. Её следует доработать, увеличив размер язычка для открывания.
- Рукоятка. Меньшая ручка способствует приложению большей силы для захвата, это усилие можно уменьшить при увеличении радиуса рукоятки. Активность мышц предплечья также снижалась при использовании рукоятки большего размера. В заявленном образце диаметр рукоятки равен 6 см, что больше многих других мануальных щеток в среднем на 1,5 см. Исследование показывает, что ручки на 1,0 см меньше внутреннего диаметра ручки пользователя, может снизить усилие и снизить риск получения травмы. Чрезмерное усилие захвата является одним из наиболее важных факторов, способствующих возникновению кумулятивных травм верхних конечностей, помимо снижения производительности труда. Следует пересмотреть разворот и наклоны в конструкции рукоятки.
- Головка с щетинками. При доработке головки зубной щетки предусмотреть сглаживание всех острых углов и кромок с учетом технологии производства (фаски на головке зубной щетки, на ручке и сгладить углы снизу). Возможно уменьшение ширины головки с щетинками и увеличение количества самих щетинок в пучках с сохранением пространства между пучками для эффективной очистки.
- Логотип. Доработка видимости логотипа за счет 2х компонентного литья в пресс форму. Подбор контрастных цветов.

### Заключение

Проведение исследования поведенческой модели позволило выявить все этапы жизненного цикла мануальных зубных щеток, когда с ними взаимодействует пользователь: от поиска и покупки, до утилизации продукта.

По результатам проведенного исследования (основанного на выявленных этапах жизненного цикла изделия) были сформулированы эргономические особенности зубных щеток, которые важно учитывать при разработке и проектировании. Предложенные рекомендации по проектированию новой

модели мануальной зубной щетки позволят повысить качество чистки и снизит риск мышечной усталости пользователя.

#### **Список использованных источников**

1. В. Ф. Рунге «Эргономика». М.: 1999. - 355 с.
2. Зинченко В. П., Мунипов В. М. «Методологические проблемы эргономики». М.: «Знание», 2001. - 278 с.
3. Балуда М.И. Исследование и оценка рабочих характеристик зубных щеток – М.: 2011. – 3–5 с.
4. ГОСТ 6388-91. «Щетки зубные. Общие технические условия». М.: Изд.Стандартов. - 1992. - 16 с.

# ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРНОЙ ГРАФИКИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА HOUDINI

*А.Ю. Демин, к.т.н., доцент ОИТ ИШИТР ТПУ  
Д.И. Мингалеев, студент гр. 8ИМ01  
Томский политехнический университет  
E-mail: dim19@tpu.ru*

## Введение

Процедурная генерация контента (ПГК) — это группа методов, в которых при помощи особых вычислительных алгоритмов создаются модели различных объектов — дома, растения, ландшафт.

Построение моделей различных объектов методом ПГК — распространенная задача, которая находит применение во многих сферах, связанных с компьютерной графикой: в создании компьютерных игр или анимационных фильмов. Этот метод используется в ситуациях, когда нужно получить большое количество моделей с уникальными характеристиками, производство которых традиционным способом будет занимать большое количество производственных и временных ресурсов [1].

## Инструмент для генерации кабелей

Данный инструмент позволит добавлять кабели различной толщины и «степени запутанности» на сцену в игровом редакторе Unity или Unreal engine. Для редактирования модели непосредственно на сцене игрового редактора нужно установить расширение Houdini engine. Также данное расширение позволяет импортировать геометрию, находящуюся на сцене, в редактор Houdini. Это позволяет просчитать не просто провисание кабеля, но и его положение на неровной поверхности.

Главным отличием данного ПО от других 3D редакторов, таких как: Blender, 3DS Max, 3D Coat, Maya, Cinema4D и остальных подобных ПО заключается в том, что оно позволяет переносить геометрию со сцены игрового редактора, на сцену графического редактора. Это позволяет получить корректное взаимодействие между объектами при просчете симуляции. Без импортирования объектов и расстановки их вручную на сцене графического редактора. Для этого все ноды, которые не формируют геометрию, были помещены в ноду Subnetwork. При помощи которого, был создан файл с разрешением Houdini digital asset и импортирован в игровой редактор Unreal engine. Для того чтобы созданная геометрия в ПО Houdini взаимодействовала с геометрией на сцене редактора Unreal engine, она была выбрана на сцене и импортирована в ПО Houdini с сохранением положения на сцене. На рисунке 1 показана генерация проводов разного размера и симуляция провисания.

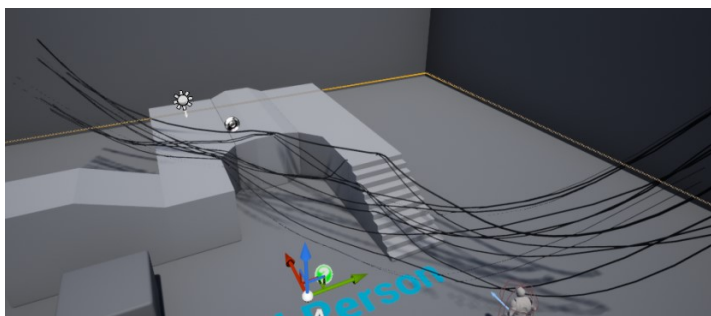


Рис.1. Генерация кабелей и их симуляция провисания.

Возможности программного обеспечения Houdini, как говорилось ранее, достаточно обширны. Следующий модель в техническом плане будет не много проще, так как в ней не будет просчитываться симуляция провисания, она будет задаваться вручную при помощи двух параметров. Для моделирования канатного моста будет использоваться большая сеть нод, для ускорения просчета геометрии на сцене, каждый этап создания моста будет находиться в собственной ноду Subnetwork. Также такое решение упростит редактирование модели. После создания файла с разрешением Houdini digital asset в него также помещаются необходимые параметры, которые возможно будет редактировать непосредственно из игрового редактора Unreal engine или же Unity. Параметры которые нужно будет

редактировать это – степень провисания, минимальный и максимальные углы поворота досок, количество досок присевающих на мосту, а также их размер. Параметр размера, поворота и количества досок генерируется случайно исходя из ограничивающих параметров и параметра начальной генерации (Seed). Модель канатного моста представлена на рисунке 2.



Рис 2. Модель канатного моста.

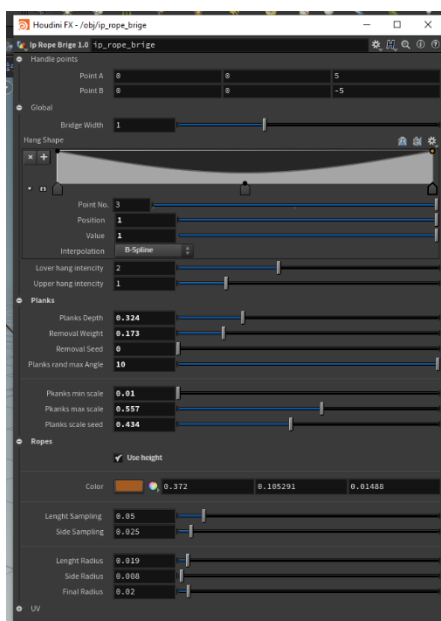


Рис 3. Пример параметров, доступных для редактирования.

Также процедурная генерация обладает еще одним полезным свойством – экономия ресурсов компьютера. Размещение объектов вручную в пространстве занимает много ресурсов компьютера, так как каждый объект получает свою координату в пространстве. Информация о сгенерированной растительности или о кирпичах на стене здания сохраняется в атрибутах, которые хранятся в создаваемой геометрии. Создав условия для генерации необходимой модели один раз, можно легко получать различные варианты модели или же раскладки растительности сочетанием нескольких параметров [5].

### Преимущества ПО Houdini

Данное ПО довольно грубое по отношению к задаче моделирования одного объекта (создание высоко полигональной модели). Для данной задачи подойдет любой другой редактор трёхмерной графики, например, Blender, 3D Max и т. д. Основное направление Houdini – генерация различных моделей домов, мостов, замков и тому подобное. Реалистичная симуляция поведения различных материалов, жидкостей, газов и то как они взаимодействуют между собой.

### Заключение

Планируется дальнейшее изучение ПО Houdini и создание инструментов для создания процедурно-генерируемых ассетов (моделей) и их последующего экспорта в игровые редакторы.

### Список использованных источников

1. Процедурная генерация контента. [Электронный ресурс]. – URL: <https://nauchkor.ru/uploads/documents/587d362e5f1be77c40d588b6.pdf> (дата обращения: 05.02.2022).

2. Houdini (графическая программа). [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Houdini\\_\(графическая\\_программа\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Houdini_(графическая_программа)) (дата обращения: 05.02.2022).
3. Процедурное создание зданий. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/424203/> (дата обращения: 06.03.2021).
4. Процедурная генерация случайных замков в Houdini. [Электронный ресурс]. – URL: [https://pikabu.ru/story/protsedurnaya\\_generatsiya\\_sluchaynyikh\\_zamkov\\_v\\_houdini\\_7237859](https://pikabu.ru/story/protsedurnaya_generatsiya_sluchaynyikh_zamkov_v_houdini_7237859) (дата обращения: 15.02.2022).
5. Как процедурная генерация помогает создавать открытые миры. [Электронный ресурс]. – URL: <https://dtf.ru/gamedev/169117-kak-procedurnaya-generaciya-pomogaet-sozdavat-otkrytye-miry> (дата обращения: 17.02.2022).
6. Инструмент для генерации кабелей. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sidefx.com/tutorials/project-titan-cable-tool/> (дата обращения: 17.02.2022).
7. Модель канатного моста. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cEmM17r24y4&t=4509s> (дата обращения: 22.02.2022).

## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОНИКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Г.Я. Мамонтов, д-р физ.-мат. наук, профессор ОАР ИШИТР ТПУ,  
Ю.П. Хмелевский, ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
Д.А. Михнёв, студент гр. 8ДМ11, Томский политехнический университет  
E-mail: dam58@tpu.ru*

### Введение

Бионика — это направление в биологии и кибернетике, которая изучает особенности строения и жизнедеятельности организмов, с помощью которой, создаются новые приборы, механизмы, системы и совершенствуются уже существующие технологии. Учёных привлекает скорость и принцип передвижения дельфинов, китов, кальмаров, пауков, кенгуру, кротов, искусство полёта птиц и насекомых, особенности органов зрения мух, лягушек, особенности органов слуха медузы, секреты эхолокаторов летучих мышей и термолкаторов гремучих змей. На основе раскрытия «секретов» живой природы многое уже сделано. Например, построена снегоходная машина «Пингвин», передвигающаяся по рыхлому снегу способом передвижения настоящих пингвинов, и развивающая скорость при этом до 50 км/час.

В представленном исследовании будет рассмотрено использование бионических форм в проектировании реабилитационного оборудования. Анализ использования бионики будет осуществляться по выбранным критериям: функциональность и визуальное восприятие.

### Кольца Гиппократата

Рассмотрим «кольца Гиппократата» представленных на рисунке один с точки зрения выбранных критериев. С точки зрения функционала, в устройстве заметно использование функциональных особенностей элементов скелета человека, где два жёстко закреплённых стержня являются временной, конструктивной заменой большой и малой берцовых костей. С точки зрения визуального восприятия изделие выглядит достаточно тектонически продуманным что характерно живым организмам, то есть в его конструкции наблюдается взвешенный выбор количества материала.

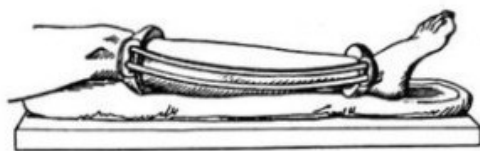


Рис. 1. Автономное вытяжение в кольцах Гиппократата [2].

### Аппарат Цандера

Рассмотрим представленный на рисунке два механогимнастический аппарат Цандера с точки зрения выбранных критериев. С точки зрения функционала наблюдается заимствование в строении скелета живых организмов. Наиболее близким по конструктивному строению можно определить скелет человека где позвоночник является основной опорой, на которой размещаются двигающиеся элементы верхние и нижние конечности. В тренажёре Цандера заметно прослеживается тоже конструктивное устройство — это основная несущая стойка и установленные на неё движущиеся элементы. С точки зрения визуального восприятия изделие выглядит достаточно тектонически продуманным, что характерно живым организмам, то есть в его конструкции наблюдается взвешенный выбор количества материала. Необходимо выделить стилистические решения в разработанном объекте - это спицы вращательных колес в виде ветвей дерева. Выше представленный приём говорит о использовании бионики в разработке изделия.





Рис. 2. Аппарат Густава Цандера (1835-1920) [3].

### Ортезная система

С точки зрения функционала, в «ортезной системе» представленной на рисунке три заметно прослеживается тоже конструктивное устройство скелета человека — это основная несущая стойка и установленные на неё движущиеся элементы кроме того в рассматриваемом оборудовании используются элементы рычага, что является принципом бионики. Принцип рычага используется в опорно-двигательной системе человека. Он состоит из двух костей, соединённых суставом, и из мышцы, прикреплённой к этим костям, представляющие собой простой рычаг. В природе рычаг можно заметить в строении деревьев, чем больше корни в земле, тем устойчивее дерево. С точки зрения визуального восприятия изделие выглядит достаточно тектонически продуманным что характерно живым организмам, то есть в его конструкции наблюдается взвешенный выбор количества материала.



Рис. 3. Ортезная система [4].

### Заключение

В результате исследования использования бионики в проектировании реабилитационного оборудования можно выделить следующие тенденции:

- от первых моделей до современного оборудования бионика использовалась в проектировании.
- наиболее часто использовалось заимствование работы скелета живых организмов.
- в проектировании реабилитационного оборудования заметна тенденция увеличения применения принципов бионики
- с развитием технологий производства реабилитационное оборудование становится более тектоничным и бионически-пластичными.

### Список использованных источников

1. Ищенко Л. Д. Тематический план занятий по курсу «Бионика», 2008 год
2. Кольца Гиппократы. [Электронный ресурс] URL: <https://thepresentation.ru/medetsina/vvedenie-v-travmatologiyu-i-ortopediyu-1> (дата обращения: 15.12.2021)
3. Е. Климович. Тренажёры-раритеты (Москва). Журнал «Наука и жизнь» 2007 год.
4. Патент Ортезной системы. [Электронный ресурс] URL: <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=cfb6d47f8d8c8e1fc0123c6c5e988534> (дата обращения: 15.12.2021).

## ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОЗДАНИЕ СВЕТОДИОДНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО УКАЗАТЕЛЯ

*Е.М.Давыдова, ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
В.В. Пантелева, студентка гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: vvp40@tpu.ru*

### **Введение**

В данной работе рассмотрены технические параметры, влияющие на проектирование интерактивного устройства пространственного ориентирования. Изучение данной темы было затронуто, чтобы понять все нюансы проектирование такого изделия для Российского рынка, учитывая условия установки указателя в городах России.

### **Актуальность интерактивного указателя**

В данный момент диджитализация все прочнее охватывает жизнь человека, упрощая его жизнь [1]. Ориентирование людей на местности является уже меньшей проблемой благодаря стойкам со стрелочными указателями, но на их смену приходят интерактивные навигации, которые дают гостям города или какого-либо мероприятия возможность проложить маршрут и быстрее сориентироваться на местности.

На сегодняшний день в многих странах начинают все больше и больше интересоваться установкой таких указателей на улицах города. Популяризация таких систем навигации стала актуальна благодаря росту населения и быстрорастущим, из-за этого, городам в России. Также последнее время по наблюдениям Росстат с 2010 года по 2019 наблюдался рост туризма, как въездного и выездного, так и внутреннего, то есть по России [2].

### **Описание конструктива**

Конструкцию можно разделить на 4 части: основание, к которому крепится вся остальная конструкция; система вращения; система управления как движением, так и выводом информации на табло; блок вывода информации (состоящий из светодиодных панелей). Далее мы вычислили основные элементы, с которыми работали далее по принципу комбинаторики: двигатель с редуктором, блок питания движением, блок питания светодиодными панелями, светодиодные панели, контроллер и микросхема (контроллер для вывода информации) (рисунок 1).

Чтобы понять работу механизмов необходимо прибегнуть к изучению их работы и соединений между собой. Разберем отдельно все элементы и их функцию в работе указателя.

Контроллер помогает сгенерировать необходимый сигнал и подает его на двигатель. Двигатель в свою очередь задает вращение стрелке. Блок питания представляет собой источник питания, который снабжает энергией все компоненты, входящие в состав системы. В данном случае он подает напряжение контроллеру.

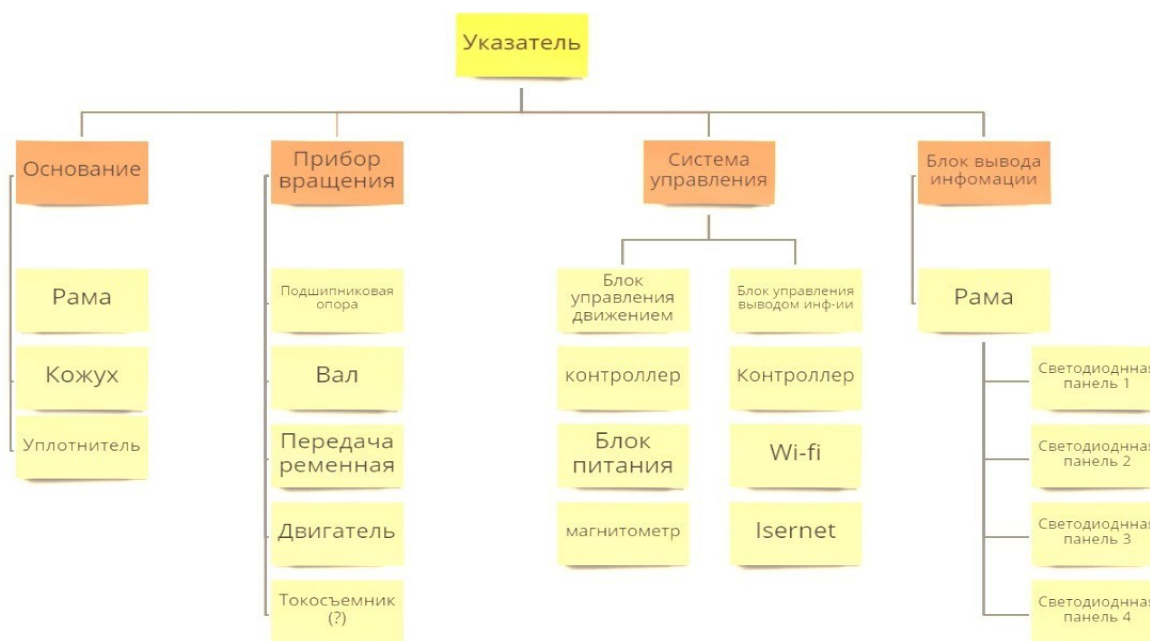


Рис. 1. Схема соединений

### Требования к объекту с предлагаемыми конструкторскими решениями

С точки зрения безопасности конструкции были рассмотрены следующие требования: температурные условия, ветроустойчивость и влагоустойчивость. Эти требования должны быть учтены при проектировании так как каждый из них отвечает за исправную работу всей системы указателя.

Первым делом необходимо предусмотреть варианты охлаждения всей системы, так как нагрев происходит как от светодиодных панелей, так и других элементов конструкции. Для этого можно рассмотреть такие варианты как радиаторные решетки, вентилятор и теплопроводящие материалы [3].

Следующий фактор – это устойчивость к ветровым нагрузкам. Конструкция имеет не совсем устойчивую ось, на которой находятся достаточно тяжелые элементы, что ухудшает устойчивость конструкции при сильном ветре. Для ветроустойчивости необходимо предусмотреть крепкое основание. Также конструкция, должна быть в основном из целостных элементов, имеющих меньше соединений и возможно обтекаемую форму.

Для того чтобы все части системы работали исправно, им необходимо обеспечить защиту от попадания влаги. Для создания герметичности чаще всего используются прокладочные элементы из металлов и неметаллических материалов [4]. Для разъемных конструкций также неплохим вариантом являются фланцевые соединения. Они менее дорогостоящие, чем другие виды соединения, и позволяют обеспечивать требуемую степень надежности [5].

Стоит также рассматривать отношение пользователей к объекту. Оно влияет не только на эстетическую составляющую, но иногда и на работу самого объекта. К вандализму можно отнести расклейку различных листовок, роспись указателя и умышленную порчу или воровство деталей.

С учетом антивандального исполнения необходимо применять материалы с более сильными прочностными характеристиками.

Также рассмотреть принципы антивандальной защиты, такие как рельефная или перфорированная поверхность; антивандальные покрытия; антивандальные болты, крепкая установка указателя в бетон и крепкие соединения стрелок со столбом.

Согласно техническому заданию объект разрабатывается для двух климатических зон (территория Москвы и Санкт-Петербурга), соответственно будут рассмотрены условия эксплуатации объекта в данных территориальных точках.

Города имеют высокую влажность и большой уровень осадков, соответственно необходимо предусмотреть высокий уровень герметичности объекта.

По уровню ветра можно сказать, что он не является слишком сильным, но тем не менее самая большая зафиксированная скорость ветра равна 30 м/с. По возможности нужно рассмотреть установку с учетом устойчивости к скорости ветра 30 м/с.

Температура в обоих городах также не является критически высокой, но при высоких температурах могут возникнуть проблемы с работой светодиодных панелей и компоновочных узлов. Если рассматривать крайности температурных условий в двух городах, то градусы колеблются примерно от -20 до +20.

### **Заключение**

В процессе изучения материала были установлены требования с учетом технического задания и найдены к ним решения, которые помогли бы в дальнейшем при разработке интерактивного устройства пространственного ориентирования.

### **Список использованных источников**

1. Диджитализация – процесс цифровой трансформации общества // URL: <https://mentamore.com/socium/didzhitalizaciya.html> (дата обращения: 21.10.2021).
2. Туризм и туристические фирмы по данным Росстат // Статистика и показатели URL: <https://rosinfostat.ru/turizm/> (дата обращения: 02.11.2021).
3. Система охлаждения двигателя // URL: [https://dr1ver.ru/2625-sistema-ohlazhdeniya-dvigatelya-avtomobilya.html#Функции\\_системы\\_охлаждения\\_двигателя\\_автомобиля](https://dr1ver.ru/2625-sistema-ohlazhdeniya-dvigatelya-avtomobilya.html#Функции_системы_охлаждения_двигателя_автомобиля) (дата обращения: 28.11.2021).
4. Вартанов М. В. Методы обеспечения герметичности в машиностроении [Текст] / Вартанов М. В., Шкурко Л. С., Корх Н.О. // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов: электронный научный журнал. - 2011
5. Фланцевые соединения // CRYONIKA URL: <https://predklapan.ru/blog/flantsevye-soedineniya> (дата обращения: 28.11.2021).

## ДИЗАЙН В ЗЕРКАЛЕ СМЫСЛА

*Н.Е. Пелевина, преподаватель иностранных языков МАОУ СОШ №54*

E-mail: natalie.pelevina@yandex.ru

### Введение

Образование, благодаря переходу в цифровой формат оказалось на перекрестке двух дорог, подобно «витязю на распутье»: направо пойдешь – получишь всю информацию из доступных баз данных при подключении к Сетевым ресурсам, а вот налево пойдешь – и сам сгинешь, и коня потеряешь, ведь если нет Интернета, то «головой витязю не сносить» - и экзамены не сдать и информацию не получить (кроме как самостоятельно из книжек). Сказка ложь... однако в ней указывается, что «легкий» путь не всегда верный и эффективный. Как не увязнуть в пучине Сети и куда нас ведет «цифровизация»?

Рассмотрим в данной статье только один из ее аспектов – замкнутость обучающегося на специфический канал получения знаний – канал визуальной информации.

Актуальность работы обусловлена спецификой работы в Сети – с необходимостью работы с большими информационными базами, которые, включаясь в образовательное пространство, влияют на обучающегося. При планировании педагогической деятельности важно учитывать все способы сенсорного восприятия, делая акцент на гармоничном восприятии обучающегося большого объема информации в единицу времени.

Дисгармония при обучении ведёт к следующим последствиям:

- на физическом плане проявляются дисинхронозы (нарушение естественных для человека сезонных ритмов, иначе говоря, биоритмов),
- на психологическом плане появляется неспособность осмысленно воспринимать огромный объём образов,
- на ментальном плане может появиться неспособность осмысления и понимания, что ведёт к неспособности самостоятельно принимать решения и решать элементарные задачи.

Один из крупнейших физиков нашего столетия Макс фон Лауэ в начале века сформулировал сущность образования как то, что остается у вас, когда вы забыли, чему вас учили. Итогом образованности в таком понимании являются навыки владения одним или несколькими формальными языками, а также качества личности, обеспечивающие системное творческое мышление.

Обучение – целенаправленный процесс по овладения определённых знаний и навыков [3]. В процессе обучения главной проблемой для преподавателя становится понимание обучающимся материала, понимание процессов, которые происходят при определённом явлении, систем и механизмов. Дизайн в зеркале смыслов предъясняет особые условия существования и формирования цифровой среды, если таковая вообще способна обеспечить всю широту смысловой палитры.

По типу восприятия учёные выделяют категории: аудиальный, визуальный и кинестетический. Аудиалы – люди, лучше воспринимающие окружающий мир на слух. Люди указанного типа являются превосходными рассказчиками, коммуникабельны, быстро находят общий язык с другими людьми, но хуже запоминают лица людей и не всегда хорошо ориентируются в пространстве.

Визуалы – люди, которые лучше воспринимают информацию посредством зрения. Способны мыслить образно, хорошо разбираются в оттенках. Ценят красоту мира и отдельных его предметов, лучше остальных запоминают местонахождение предметов, хорошо ориентируются [1].

Кинестетики – это активные, чувственные, ощущающие окружающую действительность люди. Они живут в движущемся мире, где царствуют формы, объёмы, сравнения, положения в пространстве, позы. Познают мир посредством личного опыта, предпочитают практику теории. Не отличаются хорошим вниманием, плохо концентрируются на чем-либо длительное время.

В некоторых исследованиях выделяют еще дигитальный тип, что не является правомерным с точки зрения логики, т.к. дигитальный канал не является каналом восприятия [5].

Цифровой вызов современному образованию поставил нас перед проблемой необходимости включения осознанного понимания в цифровой поток. По результатам исследований, всего лишь 15% информации, получаемой в речевой форме, запомнится, порядка 20% утрачивается потому, что скорость мысли в 8-10 раз быстрее, нежели речь. Помимо этого, существуют отвлекающие факторы – дополнительные внешние раздражители, мешающие в полном объеме воспринимать информацию.

Каждые 5-10 секунд на доли секунды мозг утрачивает канал связи, поэтому требуется повторение одной и той же информации различными способами, словарными оборотами и другими терминами лексических средств выразительности. Даже чтение воспринимается человеком лучше, чем текст на слух, потому что восприятие через зрительную систему идет на трех уровнях: ощущение, восприятие и представление, а через слуховую систему – только на уровне представления [2].

Нейрофизиологами доказано, что человеческий мозг воспринимает мир разными органами чувств. Это развивает синаптические связи. Поэтому учебные материалы, занятия, выступления, презентации и прочие варианты подачи информации в образовании должны задействовать и визуальный, и слуховой, и тактильный способы восприятия.

#### **Заключение:**

Деление людей на визуалов, аудиалов и кинестетиков является условной и по сути ограниченной моделью. Важным выводом нашей статьи является то, что формирования гармоничного образовательного процесса необходимо планировать образовательную систему так, чтобы у обучающегося были задействованы все основные органы чувств: зрение, слух, внешние чувственные органы. Важно, чтобы информацию можно было и услышать, и увидеть, и потрогать, либо принять участие в опыте, либо эксперименте. С развитием цифровых технологий в образовании акцент сместился в сторону аудио- визуальных образов и действий в условиях образования. Это безусловно не является проблемой, но может повлечь за собой определённые сложности при формировании личности ребёнка, поэтому основная проблема XXI века – нарушение либо отсутствие кинестетического познания окружающего мира. А включение смыслового пространства в дизайн образовательной среды является важной составляющей образовательного процесса, ориентированного на понимание, а не только поглощение информации.

#### **Список источников:**

1. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. М.: Прогресс, 1974. - 386 с.
2. Баданина Л. П. Психология познавательных процессов. М.: Флинта. 2012. - 240 с.
3. Ильичёв Л. Ф., Ковалёв С. М., Панов В. Г., Федосеев П. Н. Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия. 1983. 840 с.
4. Кухта М. С. Влияние врожденных моделей организации опыта на формирование визуальных образов // Известия Томского политехнического университета. - 2013 - Т. 323 - №. 6. - С. 227-230
5. Митина Л. М. Индивидуальный подход и схематическая типизация учащихся. // Вопросы психологии. — 1991. — № 5. — С. 28—35.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СУВЕНИРНОЙ ПРОДУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ

*Е.М. Давыдова, ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
О.В. Солодилова, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: solodilova-ol@mail.ru*

### Введение

Актуальность данного исследования обусловлена ситуацией, сложившейся на рынке сувенирных товаров на данный момент. Высокая конкурентность при низком качестве продаваемой продукции, клишированность и однотипность образов повсеместно все больше порождает «поддельные» сувениры на рынке. Отсюда сувенир постепенно утрачивает свою социокультурную функцию. При том, что сувенирная продукция способствует формированию эстетического, культурного и исторического уровня потребителей.

### Особенности дизайн-проектирования сувенирной продукции

Термин происходит от французского слова «Souvenir», обозначающее понятие памяти и воспоминания. Из чего можно заключить, что сувенир – это предмет, несущий в себе напоминание о чем-либо [1]. Спектр, включаемых в это определение понятий, обширен. Следовательно, границы данного термина расплывчаты, поскольку не выражены в четких качественных и количественных показателях [2]. Поэтому слово «сувенир» употребляется в совершенно разных контекстах, в зависимости от субъекта.

На основании исторического анализа можно выделить следующие ключевые аспекты [3]:

- Сувенир представляет собой нечто большее, чем просто декоративное изделие. Его границы, как социокультурного феномена, намного более обширны, за счет воспоминания и смысла, связанного с моментом «переживаемого» времени.
- В случае если сувенирный предмет утрачивает свое смысловое сопровождение, такой объект теряет свою значимость и статус «сувенира» соответственно.
- Ключевая функция сувенира заключается в сохранении и передаче персональной памяти.

Таким образом, проведенный анализ позволяет выделить три главных составляющих «сувенира»: знак (отражает социальное значение), образ (закрепляет индивидуальное переживание) и легенда (способствует усилению двух других элементов)[3].

В настоящий момент на рынке существует большое разнообразие сувенирной продукции.

Всю сувенирную продукцию условно можно разделить на следующие категории [2]:

- Индивидуальный (личный) сувенир – имеет большую вариативность форм: от статуэток и значков до высушенных растений. Такие предметы могут не являться уникальными или функциональными, ключевым здесь является момент фиксированности определенного памятного момента.
- VIP-сувенир – эксклюзивные и дорогостоящие подарки, которые зачастую создаются в единичном экземпляре.
- Бизнес-сувенир – изделия с фирменным знаком компании (логотипом или фирменным шрифтом), которые несут в себе воспоминания о данной компании или о корпоративном празднике. Бизнес-сувениры, в свою очередь, также делятся на несколько групп.

В результате, для дальнейшей работы над собственным проектом сувенирной продукции из общей классификации была выбрана категория туристического бизнес-сувенира.

Для российского рынка сувенирной продукции характерен следующий ряд проблем: избыточное тиражирование сувениров и их обезличенность; невысокая степень продаж услуг и изделий, неимение публичистского капитала; недостаточная активность в выстраивании позитивного образа территории (как для внутреннего туризма, так и для внешнего), к которой относится сувенир; низкая узнаваемость изделий на рынке сувенирной продукции, клишированность подхода к разработке сувенирной продукции [4, 5].

## Особенности туристического сувенира

Как правило, в формировании бизнес-сувенира важным аспектом является художественный образ.

При проектировании следует учитывать следующие несколько характеристик, которыми должен обладать сувенир, чтобы потребитель отреагировал на него и при возможности не один раз: узнаваемость, соразмерность, позитивность, конкретность, вариативность, ассоциативность, функциональность, интерактивность создаваемого образа. Безусловно, совместить воедино все характеристики в едином образе крайне сложно, поэтому необходимо выбрать максимальное по возможности количество параметров для реализации.

На сегодняшний момент рынок сувенирной продукции изобилует различными товарами. Если рассматривать сегмент товаров по форме выражения, то здесь предпочтение отдается легким, малогабаритным и удобным при перевозке предметам. Но среди сувениров данного сектора (брелоки, магниты, тарелки и др.) присутствует проблема низкого уровня исполнения продукции. Стремясь к дешевизне производства, экономят на создании качественного дизайна, поэтому используют однотипные формы, изменяя только изображение. И именно такие сувениры имеют большой спрос за счет их доступности.

Более качественная и интересная своими нестандартными решениями сувенирная продукция также присутствует на рынке, но в значительно меньшем количестве. Примером оригинального сувенира может служить сборный макет модели наличника «Драконы» (рисунок 1).



Рис. 1. Сборная модель наличника «Драконы».

Такой сувенир определенно узнаваем как объект деревянного зодчества. Помимо этого образ конкретен, и в указанном случае мастером выбрана позиция с большой детализацией объекта, и в конкретном случае это уместно, так как изделие позиционируется как сборный макет. Критерий вариативности также можно отнести к данному примеру, поскольку подача образа происходит нетипичным способом. И самым важным аспектом в текущем варианте является критерий интерактивности создаваемого образа. Поскольку сувенир является сборным макетом, то у потребителя возникает ощущение сопричастности к созданию объекта, и как следствие появляется более глубокая взаимосвязь с предметом, что способствует позитивной ассоциативности образа. Но важно отметить, что стоимость такого сувенира соответствующая.

Другим удачным примером является сувенирная продукция «The conqueror challenges» (рисунок 2).





Рис. 2. Медаль «The conqueror challenges».

Данные сувениры представляются собой медали, которые может получить пользователь мобильного приложения за спортивную деятельность. Этот пункт свидетельствует о том, что производится определенное взаимодействие с потребителем, чтобы подкрепить его позитивную ассоциацию. Критерий интерактивности создания художественного образа здесь не подходит, так как пользователь не принимает непосредственного участия в данном процессе. Образ каждой медали для разных стран, действительно, узнаваем, поскольку наполнен их символикой или ассоциативными образами, но при этом такой сувенир не является китчем. Данный образ является конкретным: в этом случае также применяется позиция большей детализации формы. Помимо этого некоторые из таких медалей имеют функциональные особенности, которые конечно, в повседневной жизни не применимы, но элемент какого-либо движения и взаимодействия с пользователем добавляет больший смысл и значимость такому предмету.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что рынок сувенирной продукции очень насыщен различными товарами, поэтому для качественного сувенира важно закрепить за собой позитивный образ, а интерактивный процесс создания помогает значительно выделиться среди конкурентов. Не менее важными являются критерии ассоциативности и конкретности образа, которые помогают потребителю зафиксировать образ с временным отрезком или определённым событием. Функциональность тоже является одним из способов, который помогает выделиться сувениру среди множества других, но его довольно сложно грамотно применить, так как все усложняется необходимостью продумывания конструктивных аспектов.

### Заключение

Данная работа была направлена на изучение как общих особенностей дизайн-проектирования сувенирной продукции, так и более целенаправленно для туристического сувенира. После чего, была проанализирована аналоговая продукция с учетом выявленных требований.

### Список использованных источников

1. Толкование сувенира [Электронный ресурс]. Академик 2000-2021. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/363039.html> (дата обращения: 13.12.2021).
2. Вихарева А. С. Разработка сувенирной продукции: дипломный проект / А. С. Вихарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра автоматизации и роботизации в машиностроении (АРМ); науч. рук. А. В. Зуев. — Томск, 2016.-9 с.
3. Быстрова, Т. Ю. Сувенир как элемент корпоративной культуры и бизнес-коммуникаций / Т. Ю. Быстрова // Человек в мире культуры. – 2013. – № 3. – С. 41-50.
4. Максяшин А.С. Проблемы сувенирной продукции и средства их решения в Свердловской области// Образ, знак и символ сувенира: Материалы IV Всероссийской национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15 ноября 2018 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия имени А.Л. Штиглица», 2018. – 127 с.
5. Околович М.Г. К вопросу о проблемах создания регионального сувенира в рамках обучения студентов творческих специальностей// Образ, знак и символ сувенира: Материалы IV Всероссийской национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15 ноября 2018 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия имени А.Л. Штиглица», 2018. – 155 с.

## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КОЛЛАЖНОЙ ТЕХНИКИ

*Е.М. Давыдова, ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
О.В. Солодилова, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: solodilova-ol@mail.ru*

### **Введение**

Впервые термин «коллаж» был использован по отношению к работам художников кубизма, дадаизма и сюрреализма. А затем это понятие стало применяться также и по отношению к другим направлениям искусства: музыка, театр, литература, кинематограф и др. Поэтому коллаж, на сегодняшний день, является устойчивой единицей творческого созидания. Данная художественная техника поспособствовала появлению значительного числа феноменов современной культуры, начиная от компьютерной графики и заканчивая клиповым мышлением. Но при всем при этом коллаж также представляет собой проявление ценностного мышления, когда художник может увидеть значимость в том, что ни для кого более не несет ценность.

Актуальность данного исследования обусловлена многогранностью и неисчерпаемостью коллажа как вида искусства. Для студентов творческих направленностей эта художественная техника способствует развитию образное, логическое и ассоциативное мышление[1].

### **Разновидности современного коллажа**

На сегодняшний день существует несколько типов коллажей.

Типология коллажа по содержанию: абстрактный и фигуративный. Абстрактные коллажи зачастую лишены какого-то смысла, но основная ценность заключена в композиционных особенностях и использовании цветов. В данном типе коллажа зачастую задействованы следующие техники: разрыв изображений; наклеивание картинок друг на друга; применение цветных поверхностей либо с прямыми, либо с органично разорванными краями. Помимо этого в абстрактном коллаже также допустимо использование элементов рисунка или живописи. В свою очередь, фигуративный коллаж напротив основывается на изобразительном смысле оригинальных картинок и изображений, задействованных в работе. Различные изображения используются для создания нового изображения, которое само по себе начинает обладать новым изобразительным значением.

Существует также другая типология коллажа с точки зрения маркетинга и сферы исследования потребителей: доска изображений и доска настроения. Такие коллажи помогают отобразить предполагаемого пользователя, наглядно показывая типичные элементы образа жизни (такие как предпочитаемый бренд, досуг и определенный тип продукта) пользователей, а также помогая им формировать их мечты и стремления.

Помимо этого на данный момент можно выделить и другие разновидности коллажа:

- Аппликация – тип коллажа, который заключается в том, что единое изображение формируется посредством приклеивания вырезанных элементов на основу. Детали могут быть вырезаны из разнообразных материалов: бумага, ткань, кожа и др.
- Ассамбляж – техника создания композиций из элементов, которые находятся в едином ассоциативном ряду как по одному, так и по нескольким признакам. Детальями зачастую служат объёмные элементы или целые предметы.
- Бриколлаж – техника, при которой коллаж создается из элементов, которые не сочетаются друг с другом в обычном понимании. При этом материалы могут быть выполнены из любых материалов: как естественного, так и искусственного происхождения.
- Декупаж – техника декорирования, при которой композиция, которая формируется из многообразных деталей (разных по цвету, текстуре, размеру), покрывается специальными красками, лаком и другими покрытиями.
- Фотоколлаж – техника сочетания разных (по стилистике или по тематике) фотоизображений в единой коллажной работе.

Коллажное искусство нашло особенно активное применение в области рекламы, кино и театральных афиш, благодаря чему можно выделить отдельный тип коллажа - журнальный

фотоколлаж, который существует в двух видах: псевдо-реалистичном и декоративном [2]. Псевдо-реалистичный по-другому называется фотомонтажом. Единая фотография складывается из нескольких фотоэлементов путем склеивания. Основная задача такого коллажа заключается в том, чтобы создать иллюзорную картину, которая отличается от реальности тем, что на момент съемки кадра не существовало, но они могли бы быть. Таким образом, можно создавать фантазийные сцены будущего и др. Декоративный коллаж олицетворяет собой мозаику фотоэлементов (в некоторых случаях с добавлением графических деталей), основная цель, которой заключается в передаче информации символического и смыслового характера.

Также важно отметить сравнительно новый вид коллажа – флористический. Такие коллажные работы изготавливаются из природных материалов: засушенные листья, стебли, цветки и др. Композиция размещается на живописном фоне, где размещаются элементы картины, разнообразные по форме, фактуре и цвету. Флористический коллаж имеет четыре направления стилистики: вегетативный, пейзажный, декоративный и формо-линейный. В пейзажной стилистике коллажа основной тематикой является природа (горы, лес, море и др.) и ее явления (дождь, гроза, ветер и т.п.). Вегетативный коллаж очень схож тематикой с пейзажным, но отличием является то, что картина вегетативного направления акцентирует внимание на жизни самого растения, которое является главным героем. Здесь растения изображены самостоятельно, а не как элемент отображения природных явлений. В коллажах декоративной направленности основными темами служат фантазийные сюжеты. В формо-линейном коллаже изобразительными элементами служат геометрические фигуры, выполненные из флористического материала.

### **Рекомендации по составлению художественного коллажа**

Существует ряд аспектов, которые следует учитывать при составлении и компоновки цифрового или аналогового коллажа [3].

#### — Построение композиции

Приступая к работе над коллажем, следует начинать обдумывать проект с композиционного решения. При формировании коллажа можно использовать различные композиционные приемы, такие как: правило третей, перспектива с одной точкой схода или передача определенного (динамичного или плавного) движения. При этом если коллаж создается не в цифровом варианте, то не целесообразно приклеивать элементы и материалы сразу. Поскольку это предоставляет возможность экспериментировать с различными сочетаниями.

#### — Выбор тематики

В случаях, когда возникают проблемы с идеями по созданию коллажа, может быть полезно, определить общую тематику работы, так как иногда установление ограничений способствует принятию творческих решений. Тема может быть как простой и очевидной, так и более абстрактной и многообразной по своей интерпретации. При таком подходе намного легче отбирать материал, который может быть задействован в работе.

#### — Использование принципа контрастности

Одной из наиболее эффективных стратегий, применяемой в дизайне, является использование принципа контрастности. Внедрение контрастности в коллаж позволит создать ощущение напряженности, благодаря чему можно привлечь внимание к важным деталям. В коллаже такими примерами применения контрастности могут служить сочетания витражных черно-белых изображений с яркой современной фотографией.

#### — Применение узоров и текстур

Необходимо также учитывать важность не только образных элементов, но и абстрактных. В роли узоров и текстур могут выступать самые разные объекты. Рассмотрим на примере журнальных вырезок: объёмные волны одежды, текстура перьев или даже волос. Такие элементы могут дополнить фигуративные образы.

#### — Внедрение типографики

При корректном использовании, типографика может перевоплотить простой коллаж в глубокое послание, знак протеста или нестандартный плакат. Уместно применение не только отдельных букв, но и целых слов. Помимо этого важно экспериментировать с сочетаниями: соединять воедино в одной работе шрифты с засечками и без них или жирные и тонкие шрифты (такие сочетания выстраиваются по принципу контрастности). Однако при использовании

типографических элементов важно соблюдать баланс, чтобы коллаж не ассоциировался с рекламой.

— Цветовые эксперименты

Цвет является важнейшим элементом в искусстве и в дизайне, вне зависимости от стилевого направления. В коллаже одним из способов получить представление о различных цветовых тонах может быть постановка задачи по созданию коллажной работы, используя только один цвет. По мере того, как происходит поиск по материалам в одном цветовом диапазоне, можно понять насколько большая градация цветовых оттенков даже в рамках одного цвета.

— Негативный образ

Независимо от того цифровой коллаж или же аналоговый в любом случае процесс вырезания имеет место быть. Если вы вырезаете какой-то объект, то можно ознакомиться с его обратной стороной, при условии узнаваемости изображения или формы, можно прийти к нестандартному художественному решению.

### **Использование коллажа в дизайне**

Коллажную технику в дизайне применяют для различных целей в процессе проектирования. Коллаж может помочь в определении цветовой палитры проекта, а также и самой концепции. Также этот способ подходит для формирования определенной атмосферы или среды, которая облекается в форме различных идей [4].

Кроме того, коллажи помогают определить и проанализировать контекст, в котором будет использоваться продукт. Этот аспект необходимо учитывать, так как он определяет пользователей, эксплуатацию и среду использования.

В работе с информацией коллажи способствуют структурированию, разработке, анализу и визуализации тех проблем, которые трудно выразить словами. Общая цель применения коллажей состоит в том, чтобы объединить визуально все элементы для изучения их общих черт.

### **Заключение**

Данная работа была направлена на изучение особенностей коллажной техники. Были рассмотрены существующие разновидности коллажа, у каждой из которых присутствуют свои художественные и смысловые приемы. Также был выделен ряд рекомендаций по составлению коллажа и рассмотрены примеры использования данной техники в сфере дизайна.

### **Список использованных источников**

1. Ильинова Е.А. Использование и применение коллажа в общественных дисциплинах // УНПК, г. Мценск, 16 мая 2014 года. URL: [https://kafedraeiit.ucoz.ru/publ/materialy\\_konferencii\\_16\\_maja\\_2014\\_goda/](https://kafedraeiit.ucoz.ru/publ/materialy_konferencii_16_maja_2014_goda/) (дата обращения: 14.01.2021).
2. Пучкова, Т. Е. Многообразие современного коллажа / Т. Е. Пучкова // Дизайн и архитектура: синтез теории и практики: Сборник научных трудов. II Международной научно-практической конференции, Краснодар, 25–27 апреля 2018 года. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2018. – С. 261-266.
3. Creative bloq. 7 things to consider when creating a collage. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.creativebloq.com/features/7-things-to-consider-when-creating-a-collage> (дата обращения: 15.12.2021).
4. Delft Design Guide. Part 2. Creating a Design Goal. Collage Techniques. [Электронный ресурс]. URL: [https://arl.human.cornell.edu/PAGES\\_Delft/Collage\\_deeper.pdf](https://arl.human.cornell.edu/PAGES_Delft/Collage_deeper.pdf) (дата обращения: 15.12.2021).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Г.Я. Мамонтов, д.ф.-м.н., профессор ОАР ИШИТР ТПУ,  
Ю.П. Хмелевский, ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
Л.Ю. Ткачева, студент гр. 8ДМ01,  
Томский политехнический университет  
E-mail: leleika26@mail.ru*

### Введение

Для восстановления опорно-двигательного аппарата применяются устройства, фиксирующие пациента в физически корректном положении [1]. Недостатком имеющихся моделей технических средств реабилитации, представленных на рынке является низкая эффективность, поскольку для достижения результата положительной динамики необходимы точные индивидуальные настройки системы, то есть изготовление на заказ. Целью исследования является дизайн-разработка элементов ортезной системы, позволяющих учитывать индивидуальные параметры пациента для повышения эффективности технического средства реабилитации.

### Дизайн-проектирование коленной гильзы с помощью эргономического анализа

Задействование точных антропометрических данных пользователя позволяет обеспечить плотное прилегание ТСР, а именно ортезной системы, что повышает качество проводимой реабилитации [2]. Необходимо учитывать специфику заболевания пациента при снятии мерок для проектирования объекта, применимого для лечения. Зачастую использование общих габаритов пациента недостаточно, важно снимать градусные отклонения.

При разработке модулей ортезной системы для колена и спины необходимо соблюдение следующих требований:

- Плотное прилегание ортезной системы к телу пациента
- Возможность настройки аппарата под антропометрические данные пользователя
- Возможность вставки дополнительных съемных модулей (подкладок) формирующих необходимую плоскость для воздействия на пациента
- Возможность изготовления ортезов или их составных частей на промышленном производстве

Деление объекта на стандартные и индивидуальные составные части позволит внедрить универсальное решение, при этом воздействующее на отклонения конкретного пациента.

Для первоначального этапа разработки коленной гильзы, входящей в состав ортезной системы ТСР был использован организационный этап эргономического исследования, включающий в себя анализ аналога на предмет его функционала [3]. Данный объект применяется в рамках ортезной системы для жесткой фиксации коленных суставов у пациентов во время выполнения упражнений сведения/разведения ног. Также в качестве метода эргономического анализа было задействовано субъективное наблюдение [4] за взаимодействием пользователя с ТСР. В результате наблюдения были выявлены следующие данные:

- Страх и неуверенность пациентов от 10 до 16 лет перед первичным взаимодействием с оборудованием
- Недостаточная фиксация коленного сустава пациентов из-за не эргономичной формы гильзы
- Низкая точность выполнения упражнения в следствии недостаточной фиксации коленного сустава
- Слабая мотивация пользователей во время самостоятельного использования объекта
- Низкая заинтересованность в выполнении упражнений, желание прекратить упражнения
- Мягкий материал низкой прочности, не долговечен
- Материал не соответствует нормам санитарно-гигиенической обработки [5].
- На основе проведенного исследования были выдвинуты следующие критерии для разработки формы ортезной системы, в том числе коленной гильзы:
- Бионическая форма объекта

- Возможность настройки под индивидуальные параметры пациента
- Прочная фиксация объекта
- Использование теплых цветов, стимулирующих движение пользователя (не более 3-х цветов в гамме)
- Создание психофизиологического комфорта при взаимодействии с объектом
- Использование прочного материала, позволяющего комфортно фиксировать пациента и соответствующего нормам санитарно-гигиенической обработки
- Возможность серийного производства элементов

На рисунке 1 представлено схематичное изображение слоев коленной гильзы, где цифрой 1 обозначена внешняя твердая часть из пластика или металла, цифрой 2- промежуточная прослойка для соединения твердой части и упругого материала, с которым соприкасается пользователь.

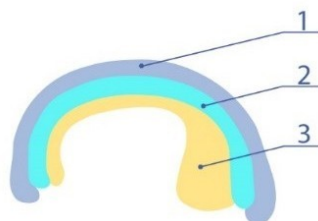


Рис. 1 схематичное изображение слоев коленной гильзы

Цифрой 3 показана упругая составляющая, изготавливаемая под индивидуальные параметры пользователя. Использование данных вставок позволит обеспечить прочную фиксацию коленного сустава пациента, за счет плотного прилегания к ноге. Таким образом, предложено решение, комбинирующее универсальное серийное производство и учет индивидуальных биометрических показателей пользователя, что позволяет решить проблему слабой фиксации коленного сустава у пациентов и дискомфорт при использовании за счет изготовления индивидуальных элементов ортезной системы, учитывающих отклонения конкретного пользователя. В процессе разработки модели коленной гильзы был задействован 3D сканер для учета индивидуальных отклонений антропометрических данных, влияющих на прилегание ТСР, а, следовательно, оказывающих воздействие на эффективность процесса реабилитации. В результате применения данного устройства, была получена модель тела пациента (рис.2), на основе которой проводилась дальнейшее 3D моделирование коленной гильзы.

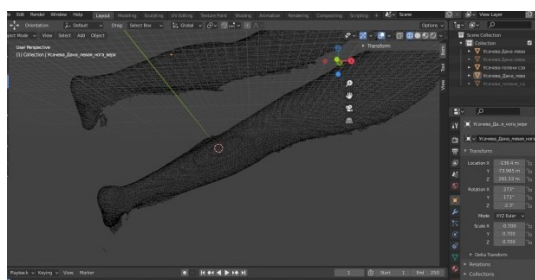


Рис. 2 Подготовка модели, полученной с помощью 3D сканера для разработки модели коленной гильзы

На рисунке 3 продемонстрирован результат разработки- 3D модель коленной гильзы, учитывающей индивидуальные отклонения пациента от нормы. Важно отметить, что модель имеет стандартные элементы, что позволяет изготавливать объект серийно на производстве.



Рис.3. Разработка модели коленной гильзы

Схематичное размещение коленной гильзы на теле пациента показано на рисунке 4.

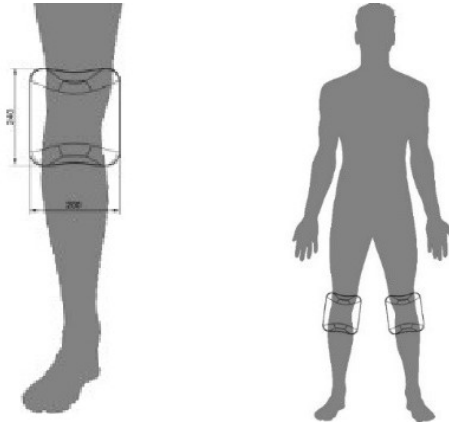


Рис. 4. Размещение разработанной коленной гильзы на ноге

### Заключение

В ходе проведения исследования были задействованы методы эргономического анализа: аналитические и проектировочные, позволяющие учесть различные аспекты проектирования объекта. Результатом является 3D модель коленной гильзы, направленная на повышение эффективности реабилитации при использовании объекта за счет учета индивидуальных отклонений антропометрических данных пользователя. Деление объекта на индивидуально изготавливаемые вставки и стандартные модули позволяет изготавливать коленную гильзу в гибридном формате, в том числе на производстве, что делает ее более доступной для приобретения.

### Список использованных источников

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // gks.ru – 2001-2020. – URL: <https://www.gks.ru/folder/13721> (дата обращения: 26.06.2021).
2. Курбацкая Т.Б. Эргономика. Часть 1. Теория. Учебное пособие. – Набережные Челны, 2013.- с. 213.
3. Алексеев П.Г. Основы эргономики в дизайне: учебно-методическое пособие.– ГОУ ВПО СПбГТУРП, 2010.- с.69.
4. Мартынов Ф.Т. Основные законы и принципы эстетического формообразования и их проявления в архитектуре и дизайне. Екатеринбург, 1992.
5. СанПиН 2.4.7./1.1.1286-03 Глава II. Раздел 10. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции, подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору. Материалы для изготовления изделий контактирующих с кожей человека. – Введ. 20.06.2003.

## КОМБИНАТОРНЫЙ МЕТОД ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ МОДУЛЬНОГО КОМПЛЕКТА

*Е.В. Вехтер, к.п.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ,  
А.С. Тонкоглаз, студент гр.8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: ast51@tpu.ru*

### **Введение**

Город как объект исследования, проектирования и эксплуатации постоянно находится в сфере деятельности многих специалистов. Актуальная задача городского благоустройства - повышение разнообразия и художественной выразительности городской среды. Одним из решений обозначенной задачи являются малые архитектурные формы (далее МАФ). Элементы городского благоустройства - наиболее изменчивый слой предметно-пространственной среды. Это предметное наполнение городских, парковых и других общественных интерьеров, которое позволяет преобразить открытое пространство как эстетически, так и функционально.

Рассмотренный в исследовательской работе комбинаторный метод формообразования может позволить дизайнеру оптимизировать процесс проектирования модульного объекта. В свою очередь модульность обеспечит простоту массового изготовления, стилевое единство, рациональное использование материалов.

### **Малые архитектурные формы как быстроменяющееся наполнение городской среды**

Потребность в малых архитектурных формах вызывает необходимость массового изготовления. С одной стороны, исходя из особенностей массового производства, необходима унификация элементов, для того чтобы оптимизировать и упростить изготовление. С другой стороны, задачей дизайн-проектирования является придание каждой конкретной территории индивидуального облика [1]. Можно сделать вывод, что при проектировании малых ландшафтно-архитектурных форм требуется рациональное сочетание типовых и уникальных элементов. Компромиссным решением обозначенных требований может является модульность. Модульное формообразование ведет к унификации элементов (важной для промышленного производства), единству пластики, целостности визуального образа, гармонизации пропорциональных отношений. Модульный принцип обеспечит простоту изготовления, стремление к стилевому единству, рациональное использование материалов, соотношение типовых (стандартизированных) и индивидуальных решений при разработке малых ландшафтно- архитектурных форм. При производстве повторяющихся элементов должны предусматриваться возможности их применения в разнообразных композиционно-пространственных сочетаниях [2]. Процесс формообразования промышленных изделий невозможен без анализа факторов и требований, которые, определяя потребительские свойства изделия, в то же время формируют конкретный дизайн объекта проектирования. К формообразующим факторам можно отнести назначение и эргономические требования, которые оказывают на форму решающее значение; влияние материалов и конструкций, определяющие форму промышленных изделий, связи с человеком, со средой и т.д. Все эти факторы выступают ограничениями и действуют в формообразовании, что также отражается на дизайне конечного продукта [3].

Для того чтобы учесть все сформированные требования и ограничения к объекту, необходимо организовать процесс дизайн-проектирования. Одним из методов, позволяющих раскрыть возможности формообразования в области сборного индустриального проектирования, может явиться комбинаторный метод. Комбинаторный метод неразрывно связан с конструктивными и композиционными построениями, и для успешного применения этого метода необходимо ясно представлять себе внутренние взаимосвязи составляющих их элементов. В данной работе составлена комбинаторная схема на основе критериев, влияющих на объект (комплект модульных МАФ) (Рисунок 1).





Рис. 1. Комбинаторная схема проектирования

Спектр формальных операций комбинаторики делится на четыре группы: выбор и замена элемента, изменение свойств элементов, позиционирование элементов и изменение количества [4]. В творческом процессе для создания сочетаний применяют чаще всего по несколько операций одновременно или последовательно. В рамках данной работы удалось провести разработку эскизной стадии основываясь на данных этапах (Рисунок 2).

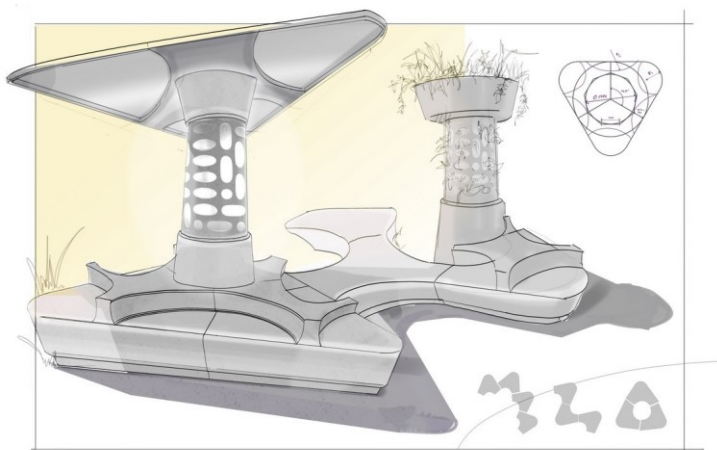


Рис. 2. Эскизное решение

### Этапы комбинаторного проектирования

#### 1. Выбор и замена элемента

На данном этапе необходимо сформировать композиционный ключ объекта и основной модуль, отталкиваясь от объемно-пространственной концепции (системы). Системой может служить модульная сетка, плоскостные или пространственные решетки. Анализ общей формы необходим для определения повторяющихся тенденций в благоустройстве и последующей реализации этих тенденций в унифицированной форме. Таким образом, была выбрана основная форма и пластика комплекта, определен элемент, который представляет собой основной модуль

- а. уличный диван, были спроектированы элементы визуального объединения формы (спинки).

#### 2. Изменение свойств элементов

После определения основного модуля, при необходимости можно копировать данный модуль в комплекте, но изменив его свойства. Так, в разрабатываемый комплект внесен связывающий модуль. Он необходим для объединения и усложнения возможной компоновки МАФов, позволяет добавить новый по функционалу и сценарию взаимодействия элемент. Изменения свойств отразились на форме, но основные размерные и формообразующие средства использованы те же, что и на предыдущем: размерные характеристики, заданные антропометрией; радиусы скруглений и сопряжений и т.д.

#### 3-4. Позиционирование элементов и изменение количества

Позиционирование означает определение места того или иного элемента в создаваемой с его участием системе (композиции). Размещая элементы в структуре, мы устанавливаем либо на плоскости, либо в пространстве их отношения между собой. Вариантов и способов позиционирования множество: изменение интервала, наложение объектов, по линии, параллельно, пересекая и т.д. При проектировании данный этап отражён в наращивании объема на плоскости и в сборке элементов в местах соединения. Количество элементов в системе может быть разным, и может быть организовано в рамках разработанного принципа или же произвольно. Во втором случае, в композиции появляется эффект «случайности», что влечет за собой разнообразие решений. Гармония композиции в большей степени начинает зависеть от умения дизайнера понимать, разрабатывать правила объёмно-пространственной концепции, и не только соблюдать условиям системы, но и нарушать их.

### **Заключение**

Город растет, развивается и благоустройство среды требует интересных и креативных решений. В настоящее время городская мебель на улицах довольно однообразна. Появление новых оригинальных решений всегда вызывает интерес и притягивает внимание аудитории.

Комбинаторика имеет ряд преимуществ: унификация элементов, единство пластики, целостность визуального образа. Рассмотренный метод формообразования позволяет систематизировать процесс проектирования объектов (для новых, уникальных пространств), при этом обеспечив простоту изготовления, транспортировки и установки за счет модульности элементов.

К результатам исследовательской работы можно отнести анализ теоретического материала, формирование комбинаторной схемы проектирования, на основе требований и специфики объекта, и применение схемы в эскизном проектировании.

### **Список использованных источников**

1. Осипов Ю.К. Малые архитектурные формы в пространстве городской среды // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2015.
2. Обеднина, С.В. и Т.Ю. Быстрова, 2013. Модульный принцип формообразования в дизайне. Академический вестник, Урал НИИ проект РААСН.
3. Ильина О.В. Принципы проектирования в промышленном дизайне: учебно-методическое пособие.– 3-е изд-е. перераб. и доп.-/ВШТЭ СПб ГУПТД. – СПб., 2017. – 32 с.
4. Пронин Е.С. Теоретические основы архитектурной комбинаторики: Учеб. Для вузов: спец.«Архитектура».– М.: «Архитектура-С», 2004.–232 с

## ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ПЕРЕДАЧИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ С УСТРОЙСТВА НА ПРИЛОЖЕНИЕ

*В.А. Серяков к.т.н., доц., ОАР ИШИТР ТПУ,  
А.А. Гуманова, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: aat72@tpu.ru*

### **Ведение**

Здравоохранение - это среда, в которой наблюдается значительный прогресс в области компьютерных технологий для обработки и распространения всей соответствующей информации о пациентах в электронном виде и в целом для повышения качества медицинской помощи. В данной работе будет представлена модель интерактивного мобильного приложения для здравоохранения, которое облегчает взаимодействие между врачами и пациентами.

### **Мобильное приложение как новый способ передачи показателей здоровья пациента в больнице**

После пандемии 2020 года медицинские услуги как никогда начали играть важную роль, и поэтому приложения для здравоохранения возглавили списки востребованных мобильных платформ. Следует рассмотреть предпосылки развития индустрии мобильного здравоохранения:

1. Активное распространение мобильных устройств;
2. Пожилые люди, которые чаще страдают хроническими заболеваниями и больше нуждаются в медицинской помощи.
3. Жители сел, которые часто не имеют доступа к квалифицированной медицинской помощи;
4. Нехватка медицинского персонала.

На рынке существуют различные разработки: от простейших приложений для записи на прием к врачу, до сложного высокотехнологичного медицинского программного обеспечения, в котором используются элементы искусственного интеллекта [1].

Условная классификация мобильных приложений для здравоохранения:

- Приложения для сбора и хранения основных показателей здоровья пользователей;
- Приложения для здорового образа жизни;
- Фитнес-программы, отслеживающие спортивную активность пользователя;
- Приложения для контроля процесса лечения и приема лекарств;
- Медицинские приложения, предназначенные для пациентов с определенным заболеванием;
- Приложения, служащие мобильными представителями конкретного больничного учреждения.

Помимо мониторинга состояния здоровья, приложения могут повышать эффективность здравоохранения за счет улучшения качества обмена информацией между врачом и пациентом [2]. Приложение существенно экономит время на приеме, позволяя получить исчерпывающую информацию о пациенте и его состоянии здоровья.

### **Способы передачи показателей здоровья с устройства в приложение**

Медицинская диагностика занимает большую часть времяпровождения в больнице. Но ряд технологий может снизить общие временные затраты на диагностику, а также лечение заболеваний:

- Устройства, которые постоянно отслеживают показатели состояния здоровья;
- Устройства, которые автоматически назначают терапию;
- Устройства, которые отслеживают данные о состоянии здоровья в режиме реального времени, когда пациент самостоятельно назначает терапию.
- Далее необходимо рассмотреть расширенные системы связи с пациентами и интеграцию с мобильными системами:
  - Датчики на устройстве;
  - Локальное хранилище данных на объекте пациента;
  - Централизованное хранилище для хранения данных;
  - Диагностическое прикладное программное обеспечение.

Физиологические данные, такие как артериальное давление и субъективные данные пациента собираются датчиками на периферийных устройствах. Данные оцениваются на предмет потенциальных проблем медицинским работником или с помощью алгоритма поддержки принятия клинических решений, и пациенты, лица, осуществляющие уход, и поставщики медицинских услуг немедленно уведомляются, если проблема обнаружена. В результате своевременное вмешательство обеспечивает положительные результаты для пациентов.

### Разработка мобильного приложения для показателей пульсометра

Пульсометр — прибор для измерения жизненно важных показателей человека. В случае медицины, у пациентов в больнице присутствует стационарное прикроватное оборудование, которое контролирует частоту сердечных сокращений и предупреждает медицинский персонал в случае чрезвычайной ситуации. В связи с ростом случаев заболеваний, инфекций и осложнений разработка данного мобильного приложения сможет решить большинство проблем, связанных с мониторингом и расчетом всех показателей. Функционал разрабатываемого мобильного приложения:

- Статистика здоровья пациента по трем основным показателям пульсометра;
- Отображение сведений датчика при клике на календарь в определенный промежуток времени;
- Тревожная кнопка для немедленной помощи;
- Расписание, которое выставляет врач отделения для осведомленности пациента;
- Контроль приемов/осмотров в реальном времени, запись по времени, дате;
- Добавление дополнительного пользователя в лице родителя или опекуна ребенка. Данное приложение имеет несколько сценариев использования:
- Приложение для круглосуточного мониторинга показателей;
- Приложение для кратковременного мониторинга показателей – профилактика;
- Приложение для врача.

Что касается интерфейса мобильного приложения, то элементы дизайна разрабатываются с учетом того, чтобы незнакомый с приложением пользователь понимал, как это работает. Поэтому основными критериями при разработке приложения являются считывание информации и понятное управление приложением (Рисунок 1). Разработка интерфейса предполагала создание иконки, которая обозначает приложение на устройстве пользователя. Слияние дизайна и контента показывает сильный визуальный образ, который укрепляет эмоциональную связь с аудиторией.



Рис. 1. Разработка интерфейса и иконки приложения

### Заключение

В ходе выполнения исследовательской работы было разработано мобильное приложение для пульсометра. Был реализован удобный и понятный пользовательский интерфейс для быстрого доступа к информации. Составление различных сценариев обеспечит комфорт пациентам, родителям и врачам. Предлагаемая система также поможет врачам ускорить диагностику и лечение пациентов посредством консультаций и взаимодействия с пациентом.

### Список использованных источников

1. «Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия» // Алан Купер — СПб, 2001. — 310 с.
2. Гамма Э., Приемы объектно-ориентированного проектирования // Э.Гамма, Р.Хелм, Р.Джонсон. — СПб: Питер, 2001. — 368 с.

# ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАБИНЫ ВОДИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

*Е.В. Вехтер, к.п.н., доцент ОАР ИШИПР ТПУ,  
А.Д. Тупицина, студент гр. 8Д91,  
Томский политехнический университет  
E-mail: adt7@tpu.ru*

## Введение

Актуальность данной работы заключается в создании критериев для расположения органов управления на центральной панели автомобиля, на основе исследования физиологических и психологических особенностей пользователя автомобиля. Основное внимание в данной теме уделяется расположению органов отображения информации и управления на приборной панели автомобиля. Особенность расположения органов управления в автомобиле – это обеспечение быстрого извлечения информации с минимальным отвлекающим движением глаз от дороги.

## Портрет пользователя автомобиля

В данном исследовании под понятием портрет пользователя применяется образ человека, который будет содержать в себе средние параметры из выбранного сегмента пользователя. Получение образа пользователя поможет узнать ключевые характеристики водителя.

Для создания портрета пользователя использовались статистика агентства «АВТОСТАТ» на 2021 год, из числа людей который водят легковой автомобиль в России, 68% процентов составляет мужчины, пик владельцев автомобилей составляет 38 лет и 31% женщины. То же самое наблюдается в Америке, 60% мужчины пик 29-34 года, 30% женщины в среднем возрасте 25- 29 лет. Средние европейские данные, гласят: 41 % являются мужчины водителя, а 34 % женщины (Рисунок 1) [1]. Статистка представляет, что распространённым пользователем автомобиля является мужчины.

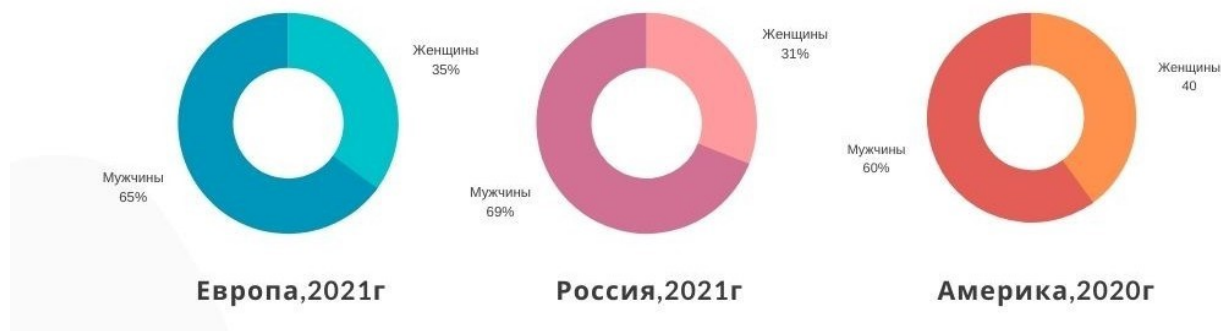


Рис. 1. Статистка по гендерному признаку в разных странах

Полученный данные по статистике водителей автомобилей разных стран позволяют определить основную целевую аудиторию пользователей, то есть мужчины во всех странах. На основе составить среднее антропометрические данные пользователя, которые позволят выявить оптимальное пространственное расположение органов управления рабочего места водителя с учетом антропометрических данных и обозначить зоны досягаемости профиля водителя.

## Психофизиологические основы деятельности водителя

Психофизиологическая деятельность водителя — это получение информации об окружающей обстановки используются анализаторы и одновременно с этим происходит управление автотранспортным средством. При выполнении действия вождение легкового автомобиля, в основном задействованы зрительный, тактильный и слуховой анализатор. Зрение является основным источником информации об окружающей обстановке.

Зрительный анализатор предназначен для восприятия формы, цвета, яркости и движения объекта. Зрительно водитель воспринимает 62,3 % окружающей среды [2]. Активное использование зрительного анализатора показано на примере траектории движения глаз во время движения (Рисунок 2).



Рис. 2. Движение взгляда во время вождения

Анализ траектории движения взгляда позволяет выявить зоны, куда чаще всего смотрит водитель, что позволяет выявить ограничительные условия для взаимодействия с приборной панелью автомобиля.

Слуховой анализатор служит для определения источника звуковых волн – продольные колебания частиц воздуха, распространяющиеся во всех направлениях от источника звука [3]. Водитель с помощью слухового анализатора воспринимается 38,2 % информации об окружающей среде за единицу времени. Диапазон слуховой чувствительности от 20 до 20 000 Гц.

Тактильным рецептором человек получает информацию о положении объекта в пространстве, о его форме, поверхности [4]. При этом водитель не получает информации о ситуации, происходящей снаружи автомобиля. Но данный рецептор позволяет получать информацию об органах управления внутри салона автомобиля. Ощущение вибрации, передаваемое человеку, является одним из способов получения информации в допустимых пределах и возможных нарушениях в работе автомобиля. Ощущение вибрации возникает при частоте колебаний 5—20 в 1 с. [5]. Его основная задача помочь водителю в ориентации в расположении органов управления автомобилем, соответственно чем ближе и правильно с точки зрения эргономики расположены кнопки управления, тем меньше требуется время для взаимодействия с ними.

Вся полученная информация об окружающей среде, полученная через анализаторы, хранится в рабочей памяти, как показано на схеме (Рисунок 3). Рабочая память — это кратковременная память, в которой осуществляется обработка поступающей информации от анализаторов [6]. Кратковременная память сохраняет дорожную обстановку, движение автомобиля, показаний дорожных знаков, месторасположения пешеходов, автомобилей, состояния отдельных участков дорожного покрытия и т. п.

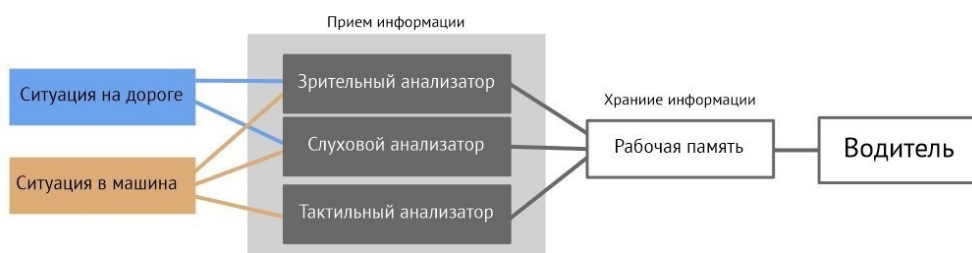


Рис. 3. Схема получения и обработка информация

Переключение внимания есть неотъемлемая часть мышления водителя. В период управления автотранспортным средством водитель должен иметь предельную концентрацию внимания, так как поступает большое количество информации, происходит перенасыщение информацией, которая должна храниться в рабочей памяти до момента переключения внимание на другие факторы вне автомобиля. Соответственно, чем меньше времени затрачивается на переключение внимание, тем более безопасная обстановка на дороге.

## **Заключение**

Было выявлено, что расположение органов управления в разных моделях автомобиля расположены по-разному, кроме того, в связи с технологическим усовершенствованием техники увеличивается количество информации для отображения на панелях автомобиля. Анализируя гендерные соотношения водителей автомобиля, были выявлены психофизиологические особенности действия во время вождения и целевая аудитория автомобилистов. Что позволило выделить несколько критериев расположения органов управления на центральной панели, чтобы уменьшить нагрузку на человека и повысить безопасность движения:

1. Расположение средств отображения информации в границах поля зрения, исходя из особенностей полученной информации;
2. Расположение органов управления в ближайшей зоне досягаемости;
3. Разделение средств отображения информации и органов управления на четкие функциональные группы;
4. Дублирование информации в разных модальностях.

## **Список использованных источников**

1. GENDER AND (SMART) MOBILITY GREEN PAPER 2021
2. Эргономика больших систем: учебник / В. М. Воронин. — Екатеринбург: УрГУПС, 2017. — 385, [1] с
3. Восприятие информации водителя [Электронный ресурс]. URL: [https://avtoprofy.ru/driving\\_lessons/16.shtml](https://avtoprofy.ru/driving_lessons/16.shtml)
4. Менхин А. В. Исследование двигательной памяти и определение рационального режима обучения новым гимнастическим движениям: Автореф. канд. дис. М., 1981.
5. Горячкин Б.С. Шкала для оценки эргономичности способов отображения информации // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана 2014. — № 5. — URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/711864.html>
6. Основы эргономики в дизайне среды. Часть I: Учебное пособие / О.С. Шкиль. — Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2010. — 164 с.



# ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ПРИБОРАМИ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

*М.С Кухта, д. ф.н., профессор ОАР ИШИТР ТПУ,  
Н.Е Турганбай, студентка гр. 8Д91,  
Томский политехнический университет  
E-mail: net4@tpu.ru*

## Введение

С развитием аэрокосмической науки и техники многие страны успешно отправили людей в космос. С повышением уровня продолжительности пребывания в невесомости появилась потребность в создании условий для выполнения качественной трудовой деятельности. Наиболее эффективным решением является применение эргономики на стадии проектирования приборов для Международной космической станции (далее: МКС). В статье анализируются и обобщаются физиологические различия во взаимодействии человека и машины, в условиях земной гравитации и в условиях невесомости.

## Общие сведения об эргономике в невесомости

Эргономика использует принцип, ориентированный на человека, фокусируясь на его физических и психологических факторах. Исследуя взаимоотношения между людьми, машинами и рабочей средой для определения наилучшего сочетания [1].

В условиях невесомости скелетные мышцы страдают от потери костной массы, что приводит к снижению мышечной силы. Эти изменения оказывают большое влияние на выполнение задач астронавтов на космической станции, особенно для работы требующей силы. Отсутствие вертикальной гравитации и сил инерции приведет к ошибочным оценкам положения собственного тела и иллюзиям движения. Человеческое тело теряет свою долгосрочную зависимую от гравитации систему координат в условиях невесомости. Следовательно, это приведет к неправильному определению расстояния до объекта [2]. В невесомости человеческое тело полностью расслаблено, а значит пульта управления, мониторы, планировка и т.д. должны основываться на изменении основной линии обзора, падающей на  $15^\circ$  в нейтральном положении, как показано на рисунке 1. В условиях невесомости, наилучшей зоной обзора для левой и правой зон является  $15^\circ$ , а эффективной зоной обзора  $95^\circ$ [3].

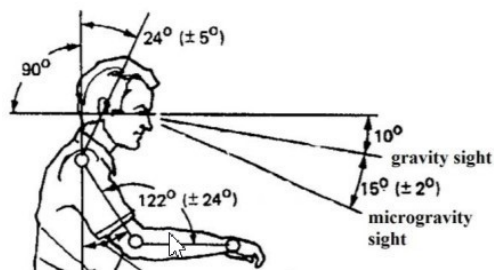


Рис. 1. Изменения в верхней и нижней зоне обзора в условиях невесомости [1].

Поскольку невесомость изменяет нормальную физиологическую работоспособность астронавта, а видимость является важным фактором в процессе взаимодействия человека и компьютера, изменения в перспективе деятельности вызовут трудности для астронавта, увеличат время выполнения задачи и снижат эффективность работы.

## Разработка джойстика для космического 3D принтера

При продолжительном пребывании в космосе появилась потребность в замене каких-либо деталей на МКС. В данный момент детали отправляют с Земли, однако, «доставка» может занимать продолжительное время. Решением является создание 3D принтера, который будет способен печатать в невесомости, данный аппарат облегчит работу астронавтам на МКС. На рисунке 2 представлен прототип 3D принтера созданный Российскими инженерами.





Рис. 2. Прототип джойстика

Джойстик данного 3D принтера играет роль курсора, представляя собой шар диаметром 4 см. Астронавт держится правой рукой за поручень, а большим пальцем управляет джойстиком. При долгом и частом использовании велика вероятность быстрого утомления большого пальца у пользователей, что в свою очередь ведёт к пониженной активности. Решая данную проблему, необходимо также учитывать критерий «usability» или удобство использования предмета. Для этого применяют такое свойство объекта как аффорданс. Аффорданс - это качество или свойство объекта, определяющее его возможное использование или разъясняющее, как его можно или следует использовать.

На рисунке 3 представлен концепт пульта управления, который встроен в поручень 3D принтера. Корпус пульта фиксируется с поручнем запорным механизмом, а именно защёлкой. Подобный запорный механизм позволяет прочно зафиксировать пульт в вертикальном положении, а при использовании, необходимо нажать на курок, чтобы механизм запорной защелки открылся и появилась возможность наклонить пульт управление на нужный угол. Данный предмет имеет сенсорную панель, представляющую собой круглой формы плоскость с рельефными стрелками. Для лучшего тактильного взаимодействия с объектом. Концепт пульта управления является не отделимым от общей конструкции поручня. Именно благодаря этому работа астронавта будет происходить более комфортно, так как он сможет сам регулировать угол наклона, удерживаться на месте, а также управлять 3D принтером. Пластичная форма корпуса обусловлена антропометрическими характеристиками и самостоятельного анализа формы.

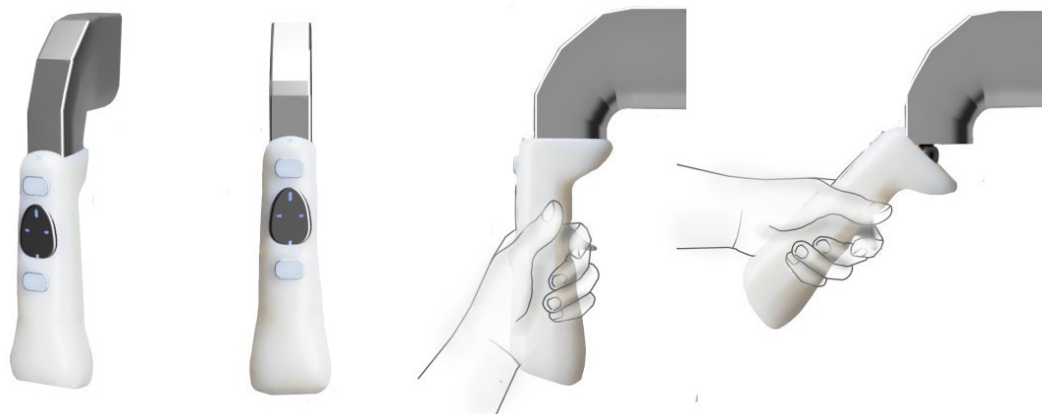


Рис. 3. Концепт пульта управления

### Заключение

В результате работы были изучены особенности взаимодействия с приборами в условиях нулевой гравитации. С помощью изученной информации был предложен концепт пульта управления для 3D принтера, используемого на борту станции МКС. Было выявлено, что применение эргономики и анализа антропометрических особенностей экипажа на стадии проектирования способствует улучшению качества работы с приборами в условиях невесомости.

### Список использованных источников

1. Japanese journal of medical electronics and biological engineering [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jsmbe1963/-char/en>. – Дата доступа: 03.11.2021
2. Меденков, А.А. Авиакосмическая медицина, психология и эргономика *Aviakosmicheskaya meditsina, psihologiya i ergonomika* / А.А. Меденков. – Москва : Совет НТО, 2020. – 84 с.
3. Феоктистова, К.П. Космические аппараты / К.П. Феоктистова. – Москва : Военное издательство, 1983. – 319 с.
4. Захаров А. И. , Кухта М. С. Особенности формирования предметно-функциональных структур в дизайне // Известия Томского политехнического университета. - 2012. - Т. 321. - № 6. - С. 204-209
5. Кухта М. С. Исследование конструктивных особенностей приборов для космической станции / М. С. Кухта, К. А. Ильинова // Современные проблемы машиностроения Материалы XIV Международной научно- технической конференции, Томск, 25-30 октября 2021 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. Е. Н. Пашкова. - Томск : Томский политехнический университет , 2021 . — [С. 278-279] .
6. Кухта М. С. История и методология проектного проектирования : учебное пособие : в 2 ч. [Электронный ресурс] / М. С. Кухта; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). Томск: Изд-во ТПУ, 2021

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМИРУЕМАЯ МЕБЕЛЬ В МНОГОДЕТНЫХ СЕМЬЯХ

*Т.С. Хруль ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
У Цзюю, студентка группы 8Д91,  
Томский политехнический университет  
E-mail: cziyu1@tpu.ru*

### **Введение**

В условиях быстрого экономического и социального развития родители в современном обществе также уделяют особое внимание культурному образованию и здоровому росту своих детей, и они изо всех сил стараются обучить своих детей талантам, которые могут внести свой вклад в общество и страну. Согласно тенденции развития детской мебели, в будущем дизайне необходимо проектировать более индивидуально для детей, а мебель проектировать гуманнее и интереснее. В этой статье анализируется история разработки, материалы, состояние исследований и превосходные дизайнерские решения детской мебели, чтобы узнать, как улучшить дизайн многофункциональной детской мебели.

### **Описание**

Многофункциональная мебель — это изделия, которые легко используются в нескольких вариациях. Специальные механизмы позволяют быстро превратить диван в комфортное спальное место для спокойного отдыха или сделать из неприметного комода большой обеденный стол для праздника. Производители используют для изготовления мебели разнообразные материалы и создают предметы, которые гармонично вписываются в современные интерьеры.

По их словам, достаточно взять за основу существующий предмет, добавить частичку собственного восприятия этого объекта, завернуть в удобоваримую для рынка упаковку, и шедевр готов: забавная и вполне функциональная часть интерьера, идеально подходящая для создания энергичного образа вашего дома.



Рис. 1. Детская кроватка

В многодетных семьях внутреннее пространство дома невелико, но детей много, им необходимо иметь в доме много многофункциональной мебели, которая поможет им выделить больше места для занятий. Многофункциональная мебель должна быть складной, небольшой по размеру, гибкой, удобной для хранения и транспортировки и легкой по весу. Складывание основано на центре круга. Эта структура используется для того же центра круга. Таким образом, каждая часть структуры альянса имеет четкую регулярность, очень строгая, легко складывается и легко остается неизменной по размеру.

Как показано на рисунке, это многофункциональная мебель, которую можно предоставить для сна троим детям. Он может сэкономить место и деньги. Ему нужно только вытащить кровать слой за слоем, чтобы использовать ее. Однако недостатком является то, что она может быть предоставлена только для проживания троих детей.

Главное достоинство многофункциональной мебели для маленьких квартир — ее легкость, компактность и простота использования. Ее можно быстро сложить или просто сдвинуть в сторону,

если в этом возникнет необходимость. Сегодня такая мебель настолько популярна, что дизайнеры предлагают большое разнообразие моделей. А некоторые из этих изделий и вовсе очень похожи на арт-объекты.



Рис. 2. Многофункциональный стул

### Заключение

В многофункциональной мебели безопасность является наиболее важным вопросом, или эстетика отличается из-за региональных и культурных различий. Однако с развитием науки и эстетики в дизайне многофункциональной мебели произойдет множество различных изменений. Они принесут удобство семьям с несколькими детьми, сэкономят деньги и сэкономят место в доме. Это может принести больше различных впечатлений в соответствии с требованиями потребителей.

### Список использованных источников

1. Комплекс эргономических требований к дизайну многофункциональной мебели [Электронный ресурс]. URL: <https://izron.ru/articles/aktualnye-voprosy-sovremennykh-gumanitarnykh-nauk-sbornik-nauchnykh-trudov-po-itogam-mezhdunarodnoy-sektsiya-6-tekhnicheskaya-estetika-i-dizayn-spetsialnost-17-00-06/kompleks-ergonomicheskikh-trebovaniy-k-dizaynu-mnogofunktsionalnoy-mebeli/> (дата: 10 марта 2016г.)
2. Обзор многофункциональной мебели, критерии выбора [Электронный ресурс]. URL: <https://mblx.ru/populjarnaja/793-mnogofunkcionalnaya-mebel.html> (дата: 10 марта 2016г.)
3. Идеи многофункциональной мебели для дома [Электронный ресурс]. URL: <https://umods.ru/design/ideas/idei-mnogofunktsionalnoy-mebeli-dlya-doma> (дата: 10 марта 2016г.)
4. Мебельная эргономика. Советы от Скандинавии мебель [Электронный ресурс]. URL: <https://zen.yandex.ru/media/skandinaviyamebel/mebelnaia-ergonomika-sovety-ot-skandinavii-mebel-60926a504461ec746cdec510> (дата: 10 марта 2016г.)

## СВЕТОДИЗАЙН В ИНТЕРЬЕРЕ КАК СРЕДСТВО ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

*М.С. Кухта, д. филос.н., профессор ОАР ИШИТР ТПУ,*

*А.Р. Убугунова, студент гр.8ДМ11,*

*Томский политехнический университет*

E-mail: annabugunova@me.com

### Введение

Вопрос выбора освещения в дизайне интерьера помещений очень важен для комфортного психоэмоционального состояния человека, как для работы, учебы, так и для отдыха. В настоящее время, с началом пандемии коронавируса, многие люди перешли на удаленную работу, у учащихся часто применяется дистанционное обучение, поэтому важно правильно организовать освещение в доме с применением современных технологий.

Целью работы являлось исследование проблемы выбора светодизайна в интерьере жилых помещений для комфортной психологической среды человека.

Актуальность проблемы определена значением света (освещения) в жизни человека. Свет Солнца, свет огня (пламени свечи, костра) и современное искусственное освещение знаменуют разные вехи в развитии цивилизации. Роль света исследовалась философами всех времен и народов (Гераклит, Платон, Плотин, Г. Палама, Г. Ф. В. Гегель – далеко не полный перечень мыслителей, пытавшихся постичь природу света и его воздействие на организм человека) [2].

Так, солнечные лучи повышают активность коры головного мозга, улучшают работу сердечно-сосудистой системы, ускоряют обмен веществ. Свет, помимо обеспечения качества и комфорта зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма. Он влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, на эмоциональную сферу людей [1].

Среди наиболее вероятных причин депрессии называется нехватка солнечного света. Как следствие, люди, живущие дальше от экватора (на север или на юг), подвержены этой сезонной болезни в наибольшей степени. По разным данным, осенней депрессии в той или иной степени подвержены до 10 процентов населения земли, причем большинство среди них женщины. Важную роль в синтезе играет серотонин, который производится под лучами солнца. На рис. 1 представлена диаграмма - уровень серотонина, мелатонина в зимнее и летнее время [5].

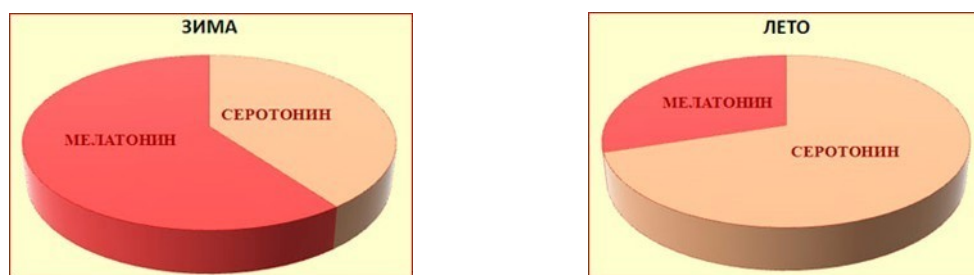


Рис. 1. Взаимосвязь серотонина и мелатонина зимой, летом.

Мелатонин является индольным производным серотонина. В плане выработки мелатонина важную роль играет освещение. Так, принцип работы люминесцентной лампы обеспечивает достаточно высокий уровень КПД и световую отдачу в сравнении с лампами накаливания. Но при этом их бело-голубой свет в 4-5 раз сильнее подавляет выработку мелатонина, чем обычная электрическая лампочка. Самый безвредный тип излучения – красный. Длина его волны такова, что не наносит никакого вреда здоровью. Если есть необходимость пользоваться дома ночником, лучше всего, если он будет излучать именно такой свет.

Сегодня светодизайн — пользующееся популярностью направление, которое находится в связке с творчеством и искусством [6].

Интерьер, в котором приятно и комфортно находиться, предполагает наличие искусственного освещения для темного времени суток и естественного в течение дня. Освещение играет важную роль при оформлении помещения, так как от него зависит впечатление от дизайна интерьера, а также настроение и самочувствие человека при нахождении в нем. Дизайнеры создают световые сцены, разграничивают пространство, высвечивают те или иные зоны в помещении, которые достигаются использованием разных видов светильников и их размещением в интерьере. При этом правильное размещение источников света подчеркивает стилистическую идею дизайнера. Наличие достаточного количества света в интерьере любого помещения способно не только воздействовать на наше настроение и эмоции, но и придавать пространству, которое нас окружает, различные оттенки. Правильно подобранный свет помогает создать различную атмосферу вокруг человека. Она может быть спокойной, романтической, деловой и праздничной [3,4].

С помощью света осуществляется зонирование: освещение рабочего стола, места для чтения, хобби, зона для сна или общения, создаются разнообразные световые сценарии, которые придают помещению индивидуальный характер.

Комфортное освещение в помещении получается при сочетании рассеянного света (общее освещение), светильников направленного света (локальное освещение) и отраженного света.

Свет может быть резким и мягким, тёплым и холодным, направленным (например, на определённый предмет), рассеянным, отражённым. В жилых помещениях рекомендуется использовать рассеянный и отражённый мягкий свет (он зрительно увеличивает пространство и "приподнимает" низкий потолок). Для создания атмосферы уюта подойдёт тёплый свет, а для чтения - холодный, слегка голубоватый. Эффект тёплого света дают все лампы накаливания, люминесцентные натриевые лампы, а также светодиоды. Холодное освещение обеспечат люминесцентные ртутные лампы [7].

При освещении каждой комнаты и выборе светильника нужно учитывать назначение помещения и его размеры. Стоит сказать о таком важном факторе, как показатель дискомфорта: это чувство неудобства и напряжённости, вызванное резкими различиями яркости в освещаемом пространстве. Если человек долго находится в таких условиях, у него ослабевают внимание, он не может сосредоточиться, быстро утомляется.

Таким образом, правильный выбор освещения в дизайне интерьера играет очень важную роль для улучшения психоэмоционального состояния человека.

#### **Список использованных источников:**

1. Под ред. Ю.Б. Айзенберга. «Справочная книга по светотехнике». 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006. - 972 с.
2. Васильева М. О., Кухта М. С. Принципы разработки световых сценариев: управление светом в интерьере // Академический вестник УралНИИПРОЕКТ РААСН. – 2019 – №. 1(40). – С. 88-93
3. Васильева М.О., Кухта М.С. Светодизайн интерьера: традиции и современность. // Дизайн. Материалы. Технология / — 2018. — №4 (52). – С. 35-41.
4. Световой дизайн [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Дата обращения 01.12.2021)
5. Kukhta, M.S., Sidorenko, E.V., Simutkin, G.G., Khomushku, O.M., Glushkov, G.S. LED-technologies for bright light therapy // Journal of Physics: Conference Series. – 2018 – Vol. 1015, – p. 1-5
6. Все о дизайне света [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.svet.ru/blog/category/for-designers> (Дата обращения: 04.12.2021)
7. Кухта М.С., Васильева М.О. Дизайн сценариев комфортного освещения производственных помещений в условиях Арктики // Дизайн. Материалы. Технология / — 2020. — №1 (57). – С. 17-22.

## ТРЕБОВАНИЯ К ЭРГОНОМИКЕ ДЕЗИНФЕКТОРА ДЛЯ РУК С УЧЕТОМ РАСПОЛОЖЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТАХ

*В. А. Серяков, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ,  
М. К. Цыбульский, студент группы 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: mkc2@tpu.ru*

### Введение

В современном мире особую роль играет здоровье человека и для его защиты есть множество инструментов, но не все они удобны и практичны. Так, например, одно из базовых правил по профилактики заболеваний является очищение рук, от вредоносных бактерий, наиболее распространённым вне дома способом является использование жидкого дезинфектора, который наносится на руки и обеззараживает их, но его использование несет ряд неудобств, которые можно избежать, если повсеместно использовать устройства для дезинфекции рук на основе холодной плазмы.

В период, когда повсеместно внедрялись аппараты для дезинфекции рук, важна была скорость установки и простота, но сейчас, когда это уже стало частью жизни большинства, стоит задуматься о комфорте использования и исправлении недостатков данных технологий, решением может стать использование устройства для дезинфекции рук на основе холодной плазмы.

Основной целью данной работы является определение требований к дальнейшему проектированию корпуса дезинфектора для рук на основе холодной плазмы, для общественных мест

### Места использования

В течение дня мы дотрагиваемся до разных предметов и поверхностей, загрязненных миллионами микроорганизмов, а затем машинально прикасаемся к лицу и предметам личного пользования. Риск заражения инфекциями особенно высок в общественных местах – кафе и ресторанах, бизнес-центрах, кинотеатрах и т. п. Остаточное антимикробное действие антисептика длится три часа после обработки.

В 80 % случаев инфекционные заболевания передаются именно тактильно, а не воздушно-капельным путем, поэтому лучшая профилактика – регулярно мыть руки. Однако это не всегда быстро и удобно

Дезинфектор для рук — аппарат будущего. Это устройство по-настоящему отвечает требованиям технологий XXI века. Аппарат для дезинфекции рук купить можно для следующих предприятий и организаций:

- Медицинские учреждения;
- Заведения общепита;
- Образовательные учреждения;
- Различные торговые заведения;
- Развлекательные заведения.

На самом деле, это только малая часть, аппарат для дезинфекции рук будет очень кстати на любых мероприятиях, выездных сессиях, больших конференциях, где ожидается значительный приток гостей. [1]

Было выделено, что установка дезинфекторов необходима во всех общественных местах, но каждое из них имеет конкретные позиции, так, например, для общепита важна установка:

- На входе;
- На кассе;
- Возле баров;
- В уборной;
- Помещения персонала;
- На кухне.

Также было выделено, что установка дезинфекторов на входах в помещения необходима повсеместно, кроме того использование дезинфекторов в уборных повышает их эффективность.

### Эргономика пользователей

Данные аппараты предназначены для установки в общественных местах из чего следует, что ими будут пользоваться разные категории людей и для их комфортного использования, необходимо найти оптимальные условия размещения данных аппаратов. Исходя из этого были выделены 3 основные группы, для которых проводился анализ и последующее выделение оптимального положения дезинфектора

Так первая группа являются взрослые:

- возраст мужчины старше 16 лет, средний рост 175 см, нижняя граница 162 см,
- возраст женщины старше 16 лет, средний рост 162 см, нижняя граница 150см. [2]

Вторая группа представлена людьми с ограниченными возможностями в частности люди, передвигающиеся на инвалидных колясках. [3]

Третья группа дети в возрасте от 5 до 16 лет. Средний рост для данной группы равен от 105 до 168см. [4]

Далее была составлена таблица № 1, где наглядно продемонстрированы наиболее эргономичные показатели для каждой из групп и на основе которой можно выделить оптимально расположение для проектируемого объекта.

Таблица 1. Категории эргономических параметров

Категории	Минимальная высота (мм)	Максимальная высота (мм)	Расстояние от стены (мм)
1 категория (взрослые)	850	1050	-
2 категория (люди с ограниченными возможностями)	750	1000	300 на уровне ног 400 на уровне рук
3 категория (Дети)	800	1150	-

Исходя из данных приведённых в таблице, можно заявить, что оптимальной высотой расположения аппарата, является промежуток от 900 до 1000 мм над уровнем пола.

Также в ходе данного исследования было отмечено, что особую роль в эргономике данного аппарата является способ «погружения» рук в его активную зону, так, например, вертикальное погружение рук будет неудобно для детей и людей с ограниченными возможностями, а установка активной зоны в нижней части аппарата наоборот, будет неудобна для взрослых, из чего следует вывод что оптимальным вариантом будет использование аппарата с фронтальной или торцевых сторон.

### Анализ аналогичного оборудования

Для более наглядного анализа условий использования и размещения данного аппарата, рассмотрим его аналоги. Выделим основные критерии для анализа: Габариты, места расположения, материалы, формы и функционал. Итоги данного анализа представлены на рисунке 1.

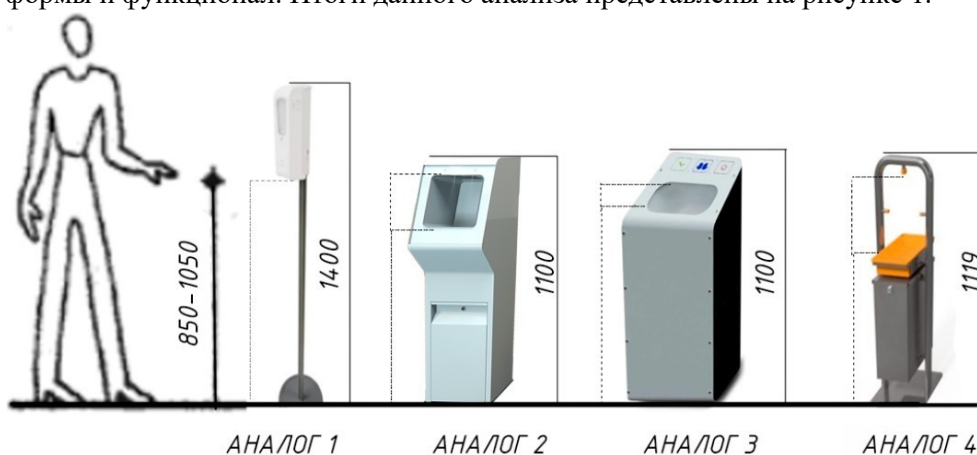


Рис. 1. Анализ аналогов

Подводя итог анализа используемых дезинфекторов для рук в общественных пространствах, можно заявить, что большая часть из них маломобильна и имеет трудности в установке из-за габаритов, также использование жидкого антисептика ставит выбор между габаритами и объемом. Кроме того,



для большинства аппаратов не применялся эргономический анализ, что также затрудняет их использование

Таким образом можно сделать вывод, что на данный момент используются монофункциональные и зачастую не оправдано дорогие аппараты, размещение которых доставляет много хлопот, которые также имеют корпус, который не является удобным для всех категорий людей. Так, например, «аналог 3» имеет вертикальное погружение рук, что является неудобным, «Аналог 4» имеет открытый корпус, что может доставлять дискомфорт детям и людям с ограниченными возможностями, поскольку происходит распыление спиртового раствора, «аналог 2» неудобен для людей с ограниченными возможностями, поскольку не учитывает достаточное расстояние для ног.

### Анализ проходного оборудования

Из проведенного выше анализа было установлено, что установка дезинфицирующих средств необходима на входе в любое общественное помещение. Из этого следует, что необходима провести анализ оборудования уже использующихся с этой целью. (Рисунок 2)



Рис. 2. Аналоги проходного оборудования

Исходя из выше приведенного анализа оборудования, используемого на входе в помещения, стоит отметить что для дезинфицирующих аппаратов важны габариты и возможность интеграции их в уже существующие системы. Также важно помнить о когнитивной эргономике, посетитель не должен испытывать затруднение при взаимодействии с аппаратом и не должен испытать желание проигнорировать процесс обработки рук.

### Определение требований к проектируемому объекту

На основе полученных данных стоит сформулировать требования для дальнейшей разработки продукта. Исходя из особенностей возможных мест размещения аппарата, стоит рационально использовать пространство. Также по данной причине стоит рассмотреть вариант многофункциональности, как например, для размещения на входах (дезинфектор, градусник, пропуск), также интеграция с сушилкой для рук в уборных, либо создание модульной системы.

Важнейшим требованием к проектируемому оборудованию является удобство пользования всеми категориями населения, для этого стоит учитывать высоту размещения активной зоны (900-1000мм от пола, 300мм от стены) и способ погружения в неё рук (фронтальная или боковые стенки объект). Также стоит использовать антикоррозийные и невоспламеняющиеся материалы в корпусе.

Таким образом были выделены следующие требования:

- Рациональное использования пространства;
- Многофункциональность;
- Модульность или возможность интеграция в имеющиеся системы;
- Эргономичность конструктивных элементов;
- Универсальность мест использования;
- Экологические материалы.

### Заключение

В ходе данной исследовательской работы были сформулированы требования к проектированию дезинфектора на холодной плазме, путем анализа мест размещения ныне

используемых спиртовых дезинфекторов, анализе существующих аналогов и особенностей размещений входных групп.

Также был проведен эргономический анализ для всех категорий населения и была выделена оптимальная высота размещения объекта.

Данная информация будет применяться при дальнейшем проектировании оборудования.

#### **Список использованных источников**

1. Федорович Г. В. Рациональная эпидемиология профессиональных заболеваний. - Saarbrücken, Deutschland:Palmarium Academic Publishing, 2014. - 343 с.
2. Эргономика: Учебное пособие для вузов / под ред. В.В. Адамчук. - М.: Юнити-Дана, 2012. - 263 с
3. Леонтьева Е. Г. Доступная среда глазами инвалида: научно-популярное издание. – Екатеринбург: «Издательство «БАСКО», 2001 – 64 с.
4. Папанек В. Дизайн для реального мира: изд. Д. Аронов, 2004. – 253с.

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМУ ОБЪЕКТА ДИЗАЙНА

*Е.В. Вехтер, к.пед.н., доцент, ОАР ИШИТР ТПУ,  
В.В. Черткова, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: vvc23@tpu.ru*

### **Введение**

Проектирование и производство нового высокотехнологичного медицинского оборудования во всем мире развивается быстрыми темпами. Появление в декабре 2019 г. в Китае нового острого инфекционного заболевания *Saracovirus disease 2019 (COVID-19)*, который за короткий период времени перерос во всемирную пандемию, послужило толчком к исследованию и проектированию оборудования для лечения и реабилитации больных этим заболеванием.

Тема исследования связана с изучением технологических возможностей производства корпусов медицинского оборудования и материалов с целью выявления критериев от которых будет зависеть итоговая форма и дизайн объекта. Гипотеза исследования основана на том, что выявление критериев для дальнейшего проектирования и оформление их в понятном и информативном виде помогает уже на этапе предпроектного анализа понимать какие факторы влияют на итоговую форму проектируемого объекта и соответственно ускорить процесс поиска формы и технологических решений. Основной целью данной статьи является анализ особенностей проведения процедуры, технологических возможностей и материалов, влияющих на форму объекта посредством выявления четких критериев для проектирования.

### **Эргономический анализ взаимодействия с аппаратом**

Для выявления критериев проектирования аппарата для реабилитации легких был проведен анализ эргономических требований, предъявляемых к медицинскому оборудованию. Все медицинские приборы и аппараты должны соответствовать антропометрическим и физиологическим возможностям человека. Эргономические требования к медицинскому оборудованию определяются психологическими, физиологическими, антропометрическими и биомеханическими характеристиками человека и устанавливаются в целях оптимизации его деятельности [1]. В процессе эргономического анализа взаимодействия с медицинским аппаратом для реабилитации легких рассмотрены следующие группы людей, взаимодействующих с аппаратом: медицинский персонал в процессе проведения процедуры, пациенты в процессе получения сеанса терапии для реабилитации легких и персонал, который обеспечивает санитарную обработку оборудования.

В процессе анализа сценария взаимодействия персонала с медицинским оборудованием были выявлены эргономические критерии, которые необходимо учесть при проектировании аппарата: оптимальность рабочей позы медицинского сотрудника (расположение зон досягаемости, т.е. соответствие изделия, его элементов размерам и форме тела и его отдельных частей распределению массы тела медицинского работника); оптимальность объема, скорости и точности рабочих движений медицинского персонала, расходование его силы, психофизиологических условий приема, переработки и выдачи информации; оптимальность процессов информационного взаимодействия медперсонала и аппарата, а также влияние на легкость и быстроту формирования навыков; непосредственное влияние среды и опосредованное влияние аппарата на эффективность деятельности медработника при его взаимодействии с оборудованием. После проведения данного анализа были выделены эргономические критерии для проектирования аппарата. Масса аппарата не должна превышать 13 кг, габаритные размеры аппарата не более 470x210x305 мм, угол наклона сенсорного экрана для управления в пределах от 15° до 30° ниже горизонтали, размер сенсорного дисплея для управления должен быть не более 260x200 мм и не менее 120x160 мм, также при учете различного освещения в больничных помещениях рекомендуется использование локальной подсветки или же светоизлучающего дисплея с регулированием уровня яркости.

Эргономика для пациента в основном зависит от расположения аппарата и удобства проведения процедуры что зависит от стандартизированного одноразового дыхательного контура. Отверстие для подключения дыхательного контура к аппарату должно находиться как можно ближе к

пациенту для наибольшей эффективности и свободы движений в соответствии с длиной трубки дыхательного контура. Также следует учитывать психоэмоциональное отношение пациента к аппарату, он не должен вызывать страх, неприятные эмоции и производить впечатления устаревшего несовременного оборудования.

### Исследование технологий изготовления корпуса и материалов

В качестве возможных вариантов изготовления корпуса для данного оборудования выступают 3D-печать и литье пластмассовых корпусов в силиконовые формы. Изготовление пресс форм изначально отвергнуто из-за своей нерентабельности и отсутствия необходимости в большой партии. После проведения сравнительного анализа технологий производства корпуса для аппарата реабилитации легких был выбран способ литья пластика в силиконовые формы по следующим причинам: есть возможность создания изделий любой сложности и геометрии, качество лицевой поверхности изделия значительно лучше, чем после 3D печати, метод отличается сравнительно невысокой стоимостью при небольших тиражах [2].

При анализе материалов для литья в силиконовые формы были рассмотрены основные характеристики полимеров, их химическая стойкость к дезинфицирующим раствором, ультрафиолету, а также цена. Были рассмотрены полимеры фирмы Ensinger, которые сертифицированы и лучше всего соответствуют стандартам качества, изложенным в EN ISO 13485, в области рецептуры, производства, литья и механической обработки [3]. Данные материалы соответствуют требованиям, предъявляемым к материалам, контактирующим с медикаментами (FDA).

По итогам анализа можно сделать вывод о том, что самым выгодным материалов для литья в силиконовую форму является Tecanyl MT (PPE) по причине того, что является одним из наиболее экономически выгодных вариантов, обладает необходимой прочностью, износоустойчивостью, легко поддается механической обработке, устойчив к дезинфицирующим растворам и ультрафиолету, а также предназначен для производства корпусных изделий и имеет небольшой вес, что решит одну из проблем оборудования связанную с излишним весом конструкции [4].

### Основные критерии для проектирования корпуса

Для систематизации всех выявленных критериев проектирования корпуса медицинского аппарата для реабилитации легких с помощью метода системного проектирования была составлена таблица 1.

Таблица 1. Итоговый обзор критериев для проектирования

Технология изготовления корпуса	Литье полимеров в силиконовые формы			
Материал	Литьевой пластик Tecanyl MT (PPE)			
Эргономика	Элементы управления	Экран сенсорный	Размер	Не более 260/200 мм и не менее 120/160 мм
			Угол наклона	От 15 до 30 градусов
		Кнопки	Размер	Для указательного пальца 10мм Для большого пальца 15-20 мм
			Скругления	Все грани по 0.5 мм
			Расположение	Расстояние между кнопками
				Ближе к надписи обозначением Выступание над поверхностью корпуса не более 5-10мм
	Удобство транспортировки	Вес	До 13 кг для портативного аппарата с ручкой для переноса	
		Ручка	Должна быть с закруглёнными краями, иметь толщину от 50мм и расстояние от корпуса минимум 30 мм	
	Когнитивная	Цвет		Белый с цветовыми акцентами
				Серый с яркими деталями

	эргономика (восприятие корпуса)		Белый с серым
			Спокойные оттенки зелёного и синего
		Интерфейс программы	Размер шрифтов по ГОСТу
			Четкий сценарий для понятности взаимодействия
	Форма		Обтекаемые формы, дружелюбный современный дизайн
			Простые геометрические формы, легкие в производстве
	Поверхность		Гладкая, без шероховатости
	Для пациента	Устойчивость аппарата	
		Расположение отверстия для дыхательного контура как можно ближе к пациенту	
		Фиксация аппарата к столу для предотвращения сдвигов и падения (резиновые ножки)	
Для мед. персонала	Наличие отсека для переноса дыхательного контура		
	Наличие кнопки экстренного выключения		
	Подсветка экрана		
	Отражающий экран без бликов		
Для дезинфекции т.д.	Гладкая поверхность не впитывающая влагу		
	Отсутствие лишних элементов для простоты уборки		
	Не должно быть гравировок и дизайна с углублениями и т.д.		
	Наличие защиты экрана		
Безопасность	Минимизировать излучение от электромагнитных клапанов		
	Устойчивость корпуса		
	Безопасность работы с газом под давлением		
	Соединения и крепления		
	Ударопрочность при ударах при транспортировке		
	Прочность при падении с расстояния до 600мм		
	Отсутствие ядовитых испарений материала		
	Устойчивость к химикатам и УФ излучению		
	Температура эксплуатации от +10 до +35 °C и влажность 80 % при 25 °C		
	Защита экрана		
Стоимость	Цена комплектующих		
	Материал		
	Технология изготовления		

### Заключение

Форма и конструкция корпуса может меняться в соответствии с технологией его изготовления, требований безопасности и эргономики. При литье корпуса в силиконовые формы корпус должен иметь соединения на болты или винты и простую форму несложной геометрии. В зависимости от используемого материала поверхность корпуса может быть глянцевой или матовой и иметь разные прочностные характеристики и цвет. Немаловажную роль еще играет расположение и габариты внутренних элементов конструкции.

В результате проведенного исследования была обоснована форма и технологические решения исходя из медицинских, санитарно-гигиенических, эргономических и экономических требований к медицинскому аппарату для реабилитации легких. Также в результате составления таблицы критериев стали наглядно видны зависимости между ценой изделия и его качеством (эргономичностью и технологичностью оборудования).

### Список использованных источников

1. Эргономика: Учебное пособие для вузов / под ред. В.В. Адамчук. - М. : Юнити-Дана, 2012. - 263 с.
2. Альшиц И.Я., Анисимов Н.Ф., Благоев Б.Н. Проектирование деталей из пластмасс. М., Машиностроение, 1969. – 110 с.
3. Брагинский В.А. Точное литье изделий из пластмасс. Л., Химия, 1977, 112 с.
4. Керча Ю.Ю. Физическая химия полиуретанов. Киев, Наукова Думка, 1979.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПОДДЕРЖКИ МОБИЛЬНОГО ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

*Т.О. Перемитина, к-т техн. наук, доцент каф. АОИ,  
П.А. Чубаков, студент гр. 421-М1,  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
E-mail: mr.waylander@bk.ru*

### **Введение**

Несмотря на существующий высокий уровень автоматизации разработки, тестирования и доставки готового программного продукта, в данной сфере всё ещё остаются проблемы, которые влияют на сроки разработки и требуют рассмотрения, а также разработки решений, устраняющих эти проблемы. Данная статья рассматривает одну из проблем автоматизации, с которой можно столкнуться при разработке и поддержке мобильных программных продуктов.

### **Проблема обновления графических ресурсов игрового мобильного приложения**

Разработка игровых мобильных программных продуктов непрерывно связана с большим количеством графических ресурсов. С проблемой их структуризации и отслеживанием качества работы команды дизайнеров сталкивается любая команда разработки подобного рода программных продуктов. Как правило данный рутинный процесс может затянуть все этапы разработки, например, непосредственно сам этап внедрения т.к. для внесения таких ресурсов в проект, их нужно привести в необходимый для программного продукта вид, зачастую при этом упускаются из внимания ошибки команды дизайнера и во время этапа тестирования разработчику возвращают задачу по обновлению существующего проекта или разработке нового проекта для исправления найденных командой тестирования проблем в графическом интерфейсе, что в свою очередь влечёт задержку выдач версий программного продукта заказчику.

В свою очередь, задержки выдач продукта заказчику или обнаружение проблем после выдачи приводит к разногласиям управляющего состава и заказчика, что негативно сказывается на работе всей организации и в крайней ситуации может привести к потере заказчика.

Данную проблему позволит решить разработка автоматизированной утилиты подготовки и валидации графических ресурсов, также применение автоматизации в данной проблематике позволит многократно сократить время этапов разработки и тестирования, а помимо этого понизит степень человеческого фактора и соответственно повысит качество производимого и поддерживаемого программного продукта.

Готовые решения и исследования данного вопроса, как правило рассматривают вопрос только со стороны графических редакторов команды дизайнера, либо автоматизации творческих процессов в целом. Данные способы решения и исследования не подходят для рассмотрения этого вопроса с точки зрения команды разработки. Например, исследования предлагают применять скрипты для графических редакторов компании Adobe. Также данные исследования рекомендуют в целом отлаживать производственные процессы отдела дизайнера и использовать современные инструменты [1-4].

В качестве демонстрации работы автоматизации подобного рода на практике можно взглянуть на пример подготовки текстуры для отображения набранных очков за игровой раунд и её валидации относительно старой текстуры. Для подготовки такой текстуры программному модулю необходимо получить на вход инструкцию и набор графических файлов в архиве, которые предоставляется отделом дизайнера. На основании инструкции программный модуль находит необходимые составные части для конкретной текстуры и «склеивает» их друг с другом, а также наносит необходимую разметку на текстуру, при помощи которой текстура будет сохранять свои пропорции на различных мобильных устройствах с различными разрешениями и диагоналями экранов. Пример первого этапа подготовки представлен на рисунке 1.

Так как данная текстура имеет разную подсветку в зависимости от уровня успеха игрока, то данный инструментарий может приступить к следующему этапу составления текстуры и «склеить» её по состояниям в соответствии с настройкой, которую выставил разработчик. Данный этап представлен на рисунке 2.

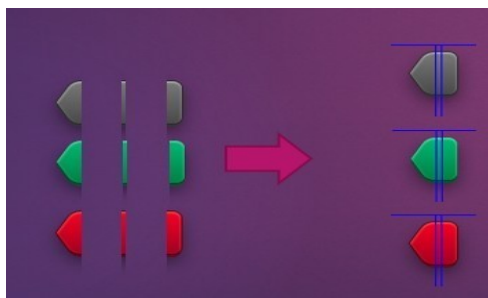


Рис. 1. Пример первого этапа подготовки текстуры

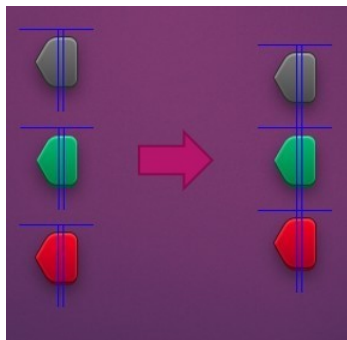


Рис. 2. Пример второго этапа подготовки текстуры.

Далее наступает один из самых ответственных этапов в виде валидации сгенерированной новой текстуры относительно старой. Для этого программный модуль находит старую текстуру, используемую в текущем проекте и при помощи программных алгоритмов сравнивает её с новой и генерирует картинку, на которой наглядно видна разница и что было изменено дизайнерами в этой текстуре, а также разработчик сразу же может оценить на основании данной графической информации и сделать вывод о том является ли данное изменение аномальным или всё в рамках нормы. Пример работы генерации разницы приведён на рисунке 3.

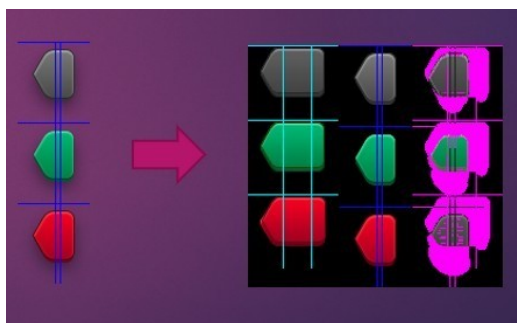


Рис. 3. Пример третьего этапа подготовки текстуры

### Заключение

В статье описана одна из проблем разработки и поддержания разработки мобильного игрового приложения, которая значительно влияет на сроки разработки и качество программного продукта. Также рассмотрены известные решения данной проблемы, среди них можно выделить:

- использование скриптов для инструментов дизайна;
- автоматизация творческих процессов команды дизайна.

Помимо решения проблемы со стороны команды дизайна предложено и продемонстрировано на практике решение автоматизации валидации и подготовки ресурсов со стороны команды разработки. С большой вероятностью в будущем данное решение позволит экономить большое количество времени при разработке и поддержке приложения.

**Список использованных источников:**

1. Что такое автоматизация творческих процессов? Celtra. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://celtra.com/blog/what-is-creative-automation/> (дата обращения 24.02.2022).
2. Формирование графических ресурсов из слоев. Adobe. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpx.adobe.com/ru/photoshop/using/generate-assets-layers.html> (дата обращения 24.02.2022).
3. Автоматическая публикация при помощи XML, IDML и скриптов. Adobe. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://helpx.adobe.com/indesign/automation.html> (дата обращения 24.02.2022)
4. 5 способов автоматизировать ваш дизайн в 2020. Kate Rooney. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.impactplus.com/blog/design-automation-in-2020> (дата обращения 24.02.2022).



# АНАЛИЗ ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

*С.Г. Цапко, к.т.н., доц.,  
Р.И. Чумаков, студент гр. 8К04  
Томский политехнический университет  
E-mail: ric1@tpu.ru*

## Введение

В современном мире с развитием разных областей инженерии все большим спросом пользуются различные методы неразрушающего контроля. Однако, традиционные средства измерения, незаменимые при оценке характеристик отдельных деталей простейшей формы, неприменимы при измерениях внутри сложных пространственно разветвленных структур. В данных условиях метод, основанный на измерении и компьютерной обработке разности ослабления электромагнитного или нейтронного излучения различными по плотности материалами, способен предоставить новые возможности как по технологическому регулированию на производстве, так и по эксплуатационному контролю изделия.

Все вышеописанное объясняет повышенный интерес к проблемам, связанным с применением и оптимизацией алгоритмов реконструкции томографических изображений.

## Постановка проблемы

В основе любого вида томографии лежат алгоритмическая база и построенный на ее основе вычислительный процесс, которые позволяют превратить многосенсорные данные в двумерное или трехмерное изображение. В свою очередь, методы компьютерной томографии классифицируются на итерационные и прямые, или аналитические.

Итерационные методы применяются главным образом для задач реконструкции объектов с нестандартной геометрией сбора данных и при большом шуме данных. В зависимости от геометрии сбора исходной информации, выбора способа дискретизации области восстановления получают различные системы линейных алгебраических уравнений, наиболее точное решение которых является основной задачей при использовании итерационных методов.

В аналитических методах проекционные данные математически интерпретируются как интегралы по гиперплоскостям, представляющие собой преобразования Радона. Таким образом, математическим фундаментом в данном случае является интегральная геометрия.

Принцип работы аналитического метода, основанного на механизме свертки отфильтрованных изображений, представлен на рисунке 1.

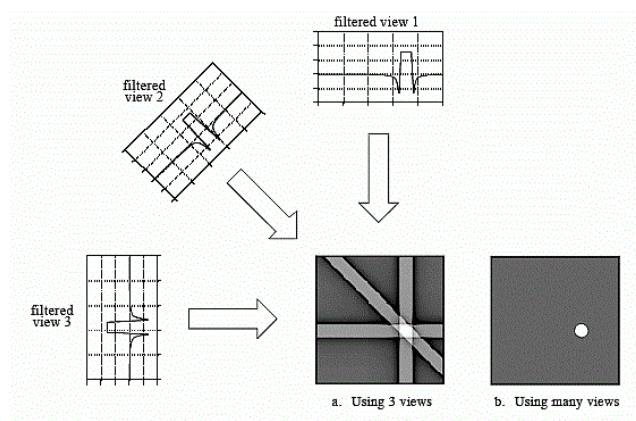


Рис. 1. Принцип работы аналитического метода реконструкции изображения.

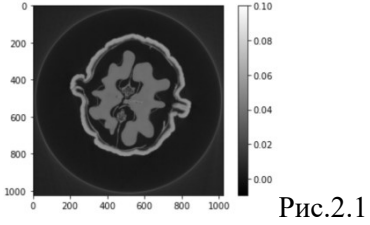
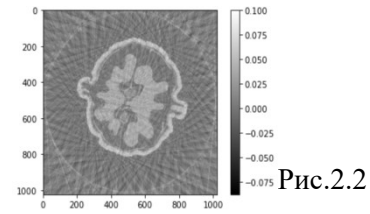
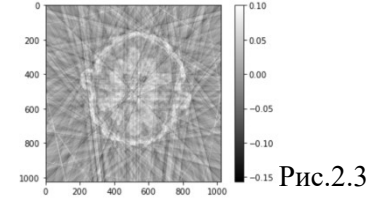
В реальных задачах экспериментальных данных бывает существенно меньше, чем это требуется для известных процедур обращения. В таких ситуациях важно определить, какие параметры решения можно определить с достаточной степенью точности при заданном объеме данных. Помимо всего прочего, важную роль играет эффективное использование априорной информации об изучаемом объекте, которая в известной степени может восполнить дефицит данных на этапе реконструкции.

## Анализ методов реконструкции на примере аналитического метода FBP

В ходе работы были проведены изучение, апробация и использование программного модуля Core Imaging Library (CIL), предоставленного международными партнерами ТПУ – сотрудниками IPE KIT (Карлсруэ, Германия) – и обеспечивающего программную среду для процессов реконструкции и постпроцессинга изображений.

На базе представленного модуля была рассмотрена реализация метода FBP при различном количестве проекций грецкого ореха.

Таблица 1. Анализ работы FBP-метода при различном наборе исходных проекций

№ п/п	Кол-во проекций	Полученное изображение	Наблюдения
1	1006	 <p>Рис.2.1</p>	<p>Изображение достаточно чёткое, конструктивные элементы ореха ярко выражены; присутствует круговой артефакт вокруг изображения грецкого ореха.</p> <p>Время выполнения – 1,097 с</p>
2	33	 <p>Рис.2.2</p>	<p>Изображение блеклое, мозаичное; белые области ореха (области, лежащие в секущей плоскости) становятся более прозрачными.</p> <p>Время выполнения – 0,189 с</p>
3	10	 <p>Рис.2.3</p>	<p>Изображение продолжает блекнуть, трудноанализируемое, очертания скорлупы ореха проглядываются, контур самого ореха — значительно хуже; круговой артефакт исчез; изображение исполосовано, артефакт имеет эффект наложенных друг на друга звезд.</p> <p>Время выполнения – 0,072 с</p>

## Заключение

Исходя из результатов проведенного исследования, можно заключить, что в вопросах томографической реконструкции наиболее важным является соотношение между скоростью работы алгоритмов и качеством реконструируемого изображения. Таким образом, в настоящее время основной целью в области развития компьютерной томографии является создание новых методов реконструкции и обработки томографических изображений, ориентированных на высокую временную эффективность при минимально возможной потере данных реконструируемого объекта.

## Список использованных источников

1. Jørgensen J.S. Core Imaging Library – Part I: a versatile Python framework for tomographic imaging. / E.Ametova, G. Burca, G.Fardell, E. Papoutsellis, E. Pasca, K. Thielemans, M. Turner, R. Warr, W.R.B. Lionheart, P.J. Withers // The Royal Society Publishing – 2021. – P.1-21.
2. Наттерер Ф. Математические аспекты компьютерной томографии. / Ф. Наттерер. – М.: Мир, – 1990. – 280 с.
3. Хермен Г.Т. Восстановление изображений по проекциям. Основы реконструктивной томографии. М.: Мир, – 1983. – 352 с.

## ОБЗОР И АНАЛИЗ ДИЗАЙНА SUPER APP

*В.А. Серяков, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ,  
О.А. Шукина, студент гр. 8Д91,  
Томский политехнический университет  
E-mail: oas26@tpu.ru*

### Введение

Проектирование интерфейсов на данный момент одна из важных задач при создании сайта, так как от этого зависит популярность приложения среди пользователей, что может очень сильно отразиться на компании, так как при неудобном интерфейсе шанс, что пользователь вернется или справится с поставленной задачей минимален. То есть от качества интерфейса зависит успех компании.

Так как, на сегодняшний день непрерывно расширяющиеся корпорации все чаще объединяют свои сервисы в одно приложение, постоянно конкурируя друг с другом, возрастает потребность дизайна super-app из чего следует важность изучения особенностей данных приложений.

### Super app в России

Суперапп — многофункциональное мобильное приложение, которое дает доступ к продуктам и сервисам цифровой экосистемы.

Пользователям супераппы дают множество возможностей для решения различных задач, для владельцев приложений это возможность дополнительного заработка благодаря партнерам и возможность оставаться конкурентноспособными [1].

Таким образом, концепция супераппа это:

1. Единая точка входа в необходимые для пользователя сервисы
2. Создание экосистемы сервисов, связанных общей авторизацией, системой оплаты.

Супераппы можно разделить на две большие категории: закрытые и открытые экосистемы.

У закрытых экосистем количество партнеров очень ограничено, вход в такие экосистемы очень тяжелый или предоставляется только одним партнером, примером такого сервиса можно назвать Яндекс GO. У открытых или частично экосистем порог входа ниже, допускается конкуренция между сервисами, то есть пользователь выбирает между наборами услуг партнеров, например ВКонтакте.

На российском рынке одними из крупных супераппов являются: Яндекс GO, ВКонтакте, Тинькофф, Сбербанк, которые постоянно развиваются, добавляя множество новых сервисов.

### Анализ аналогов

При обзоре аналогов наибольшее внимание обращалось на следующие критерии: способ вернуться со страницы сервисов на другие страницы, осуществление поиска по сервисам, наличие информации (содержание того или иного сервиса), их-приложения, (отражение наличия сервиса на других функциях, в том числе на самой основной, например: в Тинькофф на оплате различных услуг, в ВКонтакте на мессенджере).

При анализе ВКонтакте были выявлены следующее соответствие/не соответствие критериям:

- Возможность поиска необходимого сервиса, но отсутствие делений на категории в мини-приложениях
- Возможность при желании прочитать как пользоваться новым сервисом/услугой
- Невозможность выбора наиболее актуальных сервисов и скрытия неактуальных.

Таким образом, было выявлено, что пользователям неудобно использовать сервисы в полной мере, многие не довольны тем, что страница перегружена ненужной информацией, а возможность редактирования экрана сервисов отсутствует.

Sense Super App от Альфа-Банка в отличии от ВКонтакте попытался решить проблему редактирования сервисов пользователями, но данная возможность слабо реализована: пользователю не понятно интуитивно как изменять экран и добавлять значки, что происходит при удалении какого-либо сервиса и как его вернуть. Также в экосистеме плохо развиты основные функции: возможность перевода денег и оплаты счетов.

## **Когнитивные нагрузки при использовании мобильных приложений**

Когнитивные нагрузки – это количество логичных связей необходимых нашему мозгу для осознания и понимания объекта, то есть это те нагрузки, которые люди испытывают, пытаясь понять, что за предмет перед ними находится и какими свойствами он обладает. Тем больше логических связей, тем сложнее оценить и понять объект [2].

Николай Васюнин, Product Designer в компании "Яндекс", в лекции об особенностях проектирования мобильных приложений приводит пример, в котором рассказывает, что, когда в Яндекс добавили множество способов оплаты подписки, ожидая увидеть их увеличение, все произошло наоборот. Из-за слишком большого выбора возросло количество когнитивных нагрузок, следовательно уменьшалось число пользователей, которым было легко решить данную задачу [3].

Все когнитивные нагрузки можно разделить на контексты интерфейсов (то, что можно контролировать) и контексты среды (то, что происходит извне и контролю не подлежит). Использование мобильных приложений это уже некий контекст. При использовании ПК внешние нагрузки минимальны, когда использование смартфона потенциально связано с повышенными нагрузками (человек может идти и просматривать ленту в телефоне или выбирать, что ему надо купить).

Особенностью супер-аппов является наличие большого количества контекста, то есть множество различных нагрузок, которые необходимо облегчить для удобного взаимодействия пользователя и приложения. В данном случае контекст – это отдел экрана, в котором находятся объекты, разделенные по свойствам, например, в сообщениях располагаются только чаты, в ленте только посты.

## **Заключение**

Таким образом, результатом исследования является выявление особенностей проектирования интерфейсов super-апп путем обзора и анализа существующих аналогов.

Выявленные особенности указывают на какие моменты необходимо обратить внимание дизайнеру при разработке приложения. Были составлены основные требования к приложениям, выявлены основные проблемы при использовании мобильных приложений, способы их решения. Проанализированы основные нагрузки на пользователя, удачные и неудачные примеры различной информации, которые сказываются на способностях пользователя выполнять различные задачи в приложении.

С точки зрения деятельности дизайнера рассмотренная тема имеет перспективы дальнейшего развития, так как полученные знания можно применять в профессиональной деятельности.

## **Список использованных источников**

1. Пособие по супер-приложениям [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.linkedin.com/pulse/super-app-playbook-grabs-rise-power-daniel-tuba-d-souza> (дата обращения 16.10.2021);
2. Kahneman D. Attention and Effort. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973.
3. Николай Васюнин. Особенности проектирования мобильных интерфейсов.

# РОЛЬ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА В ПРОЕКТИРОВАНИИ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ

*Ю.П. Хмелевский, ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ,  
С.Ю. Юсубова студентка гр. 8Д91,  
Томский политехнический университет  
E-mail: usofi09@gmail.com*

## Введение

При создании концепции дизайнер руководствуется большим количеством знаний и ресурсов, которые помогают ему создать стилистически и функционально сбалансированный объект. Одним из способов достижения этой цели является использование художественного образа. Поэтому целью работы является выявление особенностей использования художественного образа в создании малых архитектурных форм.

Гипотеза: художественный образ может придать малым архитектурным формам запоминающейся, оригинальный, привлекательный внешний вид.

## Особенности использования художественного образа при проектировании малых архитектурных форм на примере детской площадки

В рамках исследования был спроектирован игровой комплекс, являющийся основным элементом детской площадки. Целевой аудиторией данного проекта являются дети младшего школьного возраста, что повышает значимость художественного образа в работе над созданием объекта промышленного дизайна. Основной функцией игрового комплекса первоначально планировалась горка, самобытными аналогами которой являются снежные горы, которые становятся одним из главных развлечений для детей на зимний период. Именно эта ассоциация послужила источником для поиска художественного образа, которым стал Айсберг – ледяная гора. Изображение, отражающее его художественные и функциональные особенности, и эскиз комплекса представлены на рисунке 1.

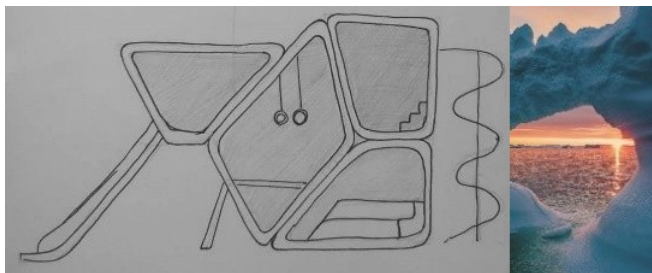


Рис. 1. Эскиз и художественный образ

Материалом основной конструкции является белый пластик, а стенок - оргстекло, таким образом поддерживается «ледяная» тематика и создаются интересные переливы света. Однако при эргономическом и географическом анализах был сделан вывод, что использование оргстекла невозможно при сибирских погодных условиях, так как материал потрескается и станет небезопасным для пользователя. По этой причине прозрачные вставки были заменены на цветной пластик и канатную сетку, так как необходимо создать естественные источники света и доступ родителя в комплекс в целях безопасности ребенка. Сетка выполняет сразу две функции: обеспечивает безопасность и является дополнительным развлекательным элементом.

Основными составляющими художественного образа являются форма, композиция и цвет.

## Формообразование

Формообразование конструкции основано на кубической форме и доработано до многоугольников со скругленными углами, что говорит о применении геометрического типа стилизации. Использование статичных форм придает визуальной и фактической устойчивости композиции. Выбор геометрических фигур обусловлен не только художественным образом, но и функциональными особенностями проектируемого объекта. Все углы были скруглены также и с

учетом мер безопасности. В основе композиции лежит взаимодействие геометрических фигур между собой, заданное модульной сеткой, состоящая из линий, заданных по трем направлениям. Более наклонные из них задают динамику формы в нужных местах. Также в композиции используются прямые углы для ее визуального равновесия. А наличие «окон» обусловлено художественным образом.

### Цветовое решение

Цветовое решение игрового комплекса основывается на психологии цвета. С помощью ресурса Adobe Color была выявлена сплит-комплементарная цветовая гармония, которая стала основой цветового решения и представлена на рисунке 2. Белый – основной цвет объекта - символизирует чистоту и доброту, также белый цвет всегда помогает быть в тонусе. Синий цвет и его оттенки успокаивает и немного уменьшает активность, данный цвет часто используется в детских интерьерах, так как благоприятно способствует работе мозга и позволяет ребенку не перевозбуждаться в процессе познавательной деятельности. Оранжевый цвет в психологии ассоциируется с жизнерадостностью, открытостью, здоровыми эмоциональными переживаниями. По данным исследований, оранжевый цвет оказывает некоторое возбуждающее и тонизирующее действие на ЦНС человека. Использование бордовых оттенков нельзя допускать там, где людям нужен душевный покой, например, в больницах. Однако, данный цвет прекрасно подходит для того, чтобы создать необходимое повышение активности у детей и привлечь внимание к тем элементам, за которые ребенок должен бороться.



Рис. 2. Художественный образ

### Формулировка особенностей использования художественного образа в проектировании малых архитектурных форм

Итак, на основе работы над проектом, можно сделать следующий вывод – роль художественного образа в создании любого промышленного изделия достаточно велика, а в работе с детьми, в качестве целевой аудитории она увеличивается в несколько раз. Также, использование художественного образа может не только создать композиционно правильный и приятный глазу визуальный образ, но и внести конструктивные достоинства, такие как устойчивость, баланс и другие. Были выделены основные результаты использования художественного образа при проектировании малых архитектурных форм:

- художественный образ позволяет более точно отразить основную функцию изделия;
- художественный образ влияет на создание конструкции, а также выбор материалов для ее создания;
- соответствие принципам эстетики и гармонии, а также законам композиции и колористики позволяет создать наиболее привлекательный и запоминающийся образ

Описанная в исследовании дизайн-концепция детского игрового комплекса демонстрирует, как выбор художественного образа на основе преобладания одного из указанных принципов приводит к созданию новых, разнообразных, уникальных дизайн-объектов, отвечающих потребностям современного человека. На рисунке 3 представлено итоговое решение с двух ракурсов.

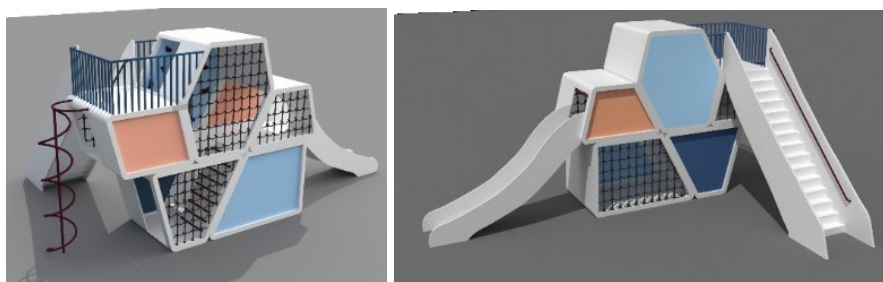


Рис. 3. Итоговое решение

### Заключение

Была создана концепция игрового комплекса для детей младшего школьного возраста, а наличие художественного образа позволило повысить функциональность проектируемого объекта и сделать его привлекательным для пользователя. Также были выделены основные преимущества использования художественного образа в дизайн проектировании.

### Список использованных источников

1. Е.В. Мишенькина Возрастные особенности цветопредпочтения и взаимодействие цвета и возраста человека
2. Чидзиива Хидеяки Гармония цвета: Руководство по созданию цветовых комбинаций / Пер. с англ. И. А. Бочкова. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2003. – 142 с. 5.
3. Шеховцова А.Н. ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ ОБРАЗ КАК ПРОБЛЕМА В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ
4. Художественный образ в дизайн-проектировании объектов культурно-бытовой среды Чепурова Ольга Борисовна
5. Шлеюк, С.Г. Художественный образ и композиция в дизайне мебели периода XVIII – начала XXI веков: дис. ... канд. искусствоведения / С.Г. Шлеюк. – М., 2005. – 200 с.
6. Бавбеков, Р.И. Цветовые характеристики и использование цвета в дизайне / Р.И. Бавбеков // Инновации в науке. – 2016. – № 7 (56). – С. 17–21.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ КОРПУСА МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Е.В. Вехтер, к.т.н., доцент, ОАР ИШИТР ТПУ,  
Д.В. Ярощук, студент гр. 8Д81,  
Томский политехнический университет  
E-mail: dvy9@tpu.ru*

### Введение

Медицинское оборудование с использованием лазерных технологий плотно входит в жизнь человека, в том числе и в медицинско-косметических целях. Процедура удаление волос с помощью лазерных аппаратов набирает свою популярность. Но доверить свое тело непрофессиональному оборудованию сможет не каждый. Именно в этом моменте важную роль играет внешний вид оборудования, которому человек доверит самое сокровенное [1].

Поэтому, целью данной работы является формирование критериев, которые позволят обосновать выбор формы медицинского оборудования на основе изучения материалов, комбинаторных схем и целевой аудиторией

### Аналитический обзор

Для выявления характеристик, определяющих дальнейшую форму, необходимо провести анализ материалов, используемых для изготовления корпусов медицинского оборудования. Чаще всего для проектирования медицинского оборудования используют медицинский пластик. Разнообразие применений в медицине, долговечность продукта и биосовместимость — это наиболее важные факторы при выборе пластика для создания корпусов медицинского оборудования. Чтобы пластиковый материал был безопасным и эффективным для медицинских изделий, полимеры для медицинских устройств обычно изготавливаются из термопластичных материалов [2].

Для выбора наилучшего материала в создании корпуса, был произведен обзор полимеров и пластмассы, в сравнение приведены два наиболее популярных материала на рынке.

Полиамиды ПА кристаллизующиеся полимеры, они являются жесткими материалами с высокой прочностью при разрыве и высокой стойкостью к износу, имеют высокую температуру размягчения и выдерживают стерилизацию паром. Из всех полиамидов, наиболее подходящим в случае производства корпуса лазерного косметического оборудования является ПА - 12, у которого влагопоглощение меньше всего. Дополнительным плюсом является легкость нанесения печати на данный материал [3].

Один из самых известных - АБС пластик. Свойства этого пластика определяются пропорциями трех мономеров, которые входят в его состав – акрилонитрила (15-35%), бутадиена (5-30%) и стирола (40-60%). АБС с глянцевой поверхностью характеризуется повышенным блеском и используется для производства формованных изделий – это корпуса и элементы бытовой, цифровой, офисной техники. Существуют ударопрочные, экструзионные теплостойкие и огнестойкие самозатухающие марки данного материала. Также, в зависимости от назначения, ABS-пластик может быть окрашен в разные цвета. АБС не отличается высокой гигроскопичностью [4].

Сравнение двух материалов представлено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение двух видов пластика для медицинских корпусов

Характеристики	Пластмасса	Полиамид ПА
Плотность	0.9-1.1 г/см <sup>3</sup>	1.15-1.4 г/см <sup>3</sup>
Работа при температуре	-30/+50С	-50/+100С
Сложность обработки	Легкая обработка, гибкость	Легкая обработка, гибкость
Прочность при разрыве	45-70 Мпа	77-90 Мпа

По анализу сводных данных можно сделать вывод о том, что полиамид ПА12 наиболее подходящий материал для производства корпусов лазерного косметического оборудования.



Помимо используемых материалов, в формировании критериев, которые обосновывают форму медицинского корпуса, большую роль играет целевая аудитория и комбинаторные схемы, создающие ограничения по форме.

### Сценарии взаимодействия участников с оборудованием

Целевая аудитория непосредственно связана с участниками, которые взаимодействуют с медицинским оборудованием. Для поиска формы необходимо выявить сценарии взаимодействия с оборудованием. Участниками взаимодействия в данном случае являются: оператор, клиент, ремонтная и клининговая служба. Для выявления проблемных участков во взаимодействии с аппаратом, был направлен опрос с интересующими по теме вопросами в различные клиники и косметологические центры лазерной эпиляции города Томска и томской области. Результаты опроса говорят о том, что в работе оператора могут быть выявлены проблемные участки на стадиях обработки оборудования перед началом процедуры, например, могут возникнуть трудности из-за наличия труднодоступных мест. Проблемой так же может послужить большой вес оборудования, а передвижение при проведении процедур должно быть легким. Главной проблемой в работе оператора является этап взаимодействия с экраном устройства.

Проблема взаимодействия клиента с оборудованием может возникнуть в восприятии устройства. Взаимодействие происходит визуально. На данных этапах оборудование может усугубить фактор страха из-за образа оборудования.

Для выявления особенностей формообразования в работе применен метод комбинаторного проектирования. Комбинаторные схемы выявляют многое, как в визуальном представлении итогового продукта, так и в работе оператора, который непосредственно взаимодействует с аппаратом. На рисунке 1 представлен результат работы с комбинаторными схемами и выявлен наилучший вариант расположения внутренних элементов конструкции. Схема говорит о допустимом сокращении внутреннего пространства, за счет которого происходит сокращение материала, используемого для производства корпуса. Также представленная схема решает проблему взаимодействия оператора с экраном. Выносной элемент конструкции дает возможность создания подвижных элементов для расположения экрана, что заметно улучшит работу и взаимодействия оператора с оборудованием.

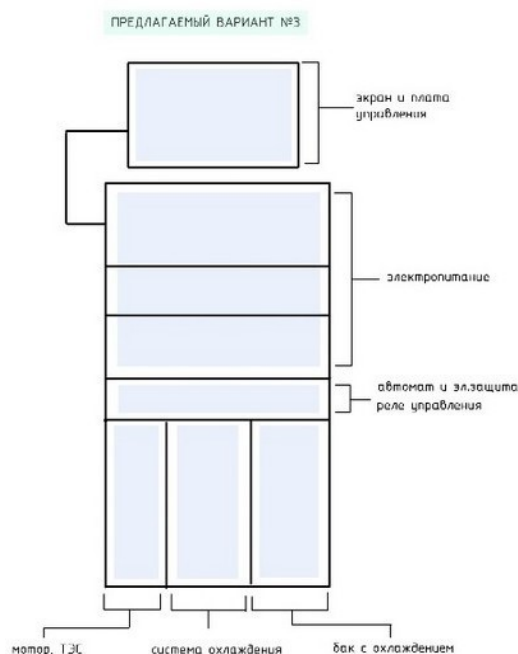


Рис. 1. Комбинаторная схема оборудования

### Заключение

В ходе проведенного исследования выявлены особенности формообразования медицинского корпуса, изучены материалы, выявлена целевая аудитория и проанализированы комбинаторные схемы, которые создают ограничения по форме. На основе изученного материала в данной работе, выявлены

критерии, влияющие на создание формы корпуса медицинского аппарата, а именно аппарата для лазерной эпиляции.

#### **Список использованных источников**

1. Алексеев А. Г. Дизайн-проектирование. — М.: Юрайт, 2020. — 91 с.
2. Plastics are Used in Medical Devices [Электронный ресурс] // Google Inc. — Электрон.дан. — [Б.м.],2021 <https://bmpmedical.com/what-plastics-are-used-in-medical-devices/> (дата обращения:15.10.2021).
3. Архитектурное материаловедение. Под ред. Тихонова Ю.М.. - М.: Academia, 2019. - 127 с.
4. Полиамид (ПА) : характеристика, марочный ассортимент и области применения [Электронный ресурс] // Google Inc. — Электрон.дан. — [Б.м.], 2021 <https://plastinfo.ru/information/articles/40/> (дата обращения:20.11.2021).

**СЕКЦИЯ 4. ВИРТУАЛЬНАЯ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ**

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА UNREAL ENGINE 4

*А.А.Абдувалиев, студент, группа 8ИМ01*  
*Научный руководитель: В. М. Саклаков, ассистент,*  
*г. Томск, Томский политехнический университет*  
Email: aaa162@tpu.ru

### Введение

Как в Отечественном, так и в мировом опыте организации процессов пожаротушения существенную роль играют мероприятия по предотвращению пожаров [1]. Среди них можно выделить два основных направления деятельности:

1. Разработка и эксплуатация комплекса технических средств, призванного работать на защищаемых объектах в автоматическом режиме по заранее заданным протоколам.
2. Организация процессов сбережения жизни и здоровья людей, т. е. работа с человеческим фактором. Причем здесь речь может идти как о профильных специалистах [2], так и людей сторонних профессий [3].

Второе направление является областью интересов автора настоящей работы, которую более точно можно сформулировать следующим образом: разработка системы обучения действиям в условиях пожара на гражданских объектах. Данное направление исследований в последнее время активно развивается вследствие разработки новых компьютерных технологий [4]. Однако существующие тренажеры чаще всего [5-6]:

1. Имеют ориентацию на государственные пожарные службы.
2. Используют устаревшие технологии, не способствующие погружению в процесс.

Целью настоящей работы является разработка прототипа тренажера тушения пожара гражданских объектов с опорой на современные технологии виртуальной реальности. Для реализации использовался игровой движок Unreal Engine, на котором был разработан прототип программного обеспечения для очков виртуальной реальности.

### Описание алгоритма

UML- при решении более сложных задач заблаговременное планирование и моделирование значительно упрощают программирование. Кроме того, вносить изменения в диаграммы классов легче, чем в исходный код. Поэтому сценарная диаграмма была разработана в UML-диаграмме для приложения VR, которое было разработано для проектирования приложения. На рисунке 1 показаны основные чертежи, необходимые при использовании огнетушителей на диаграмме UML.

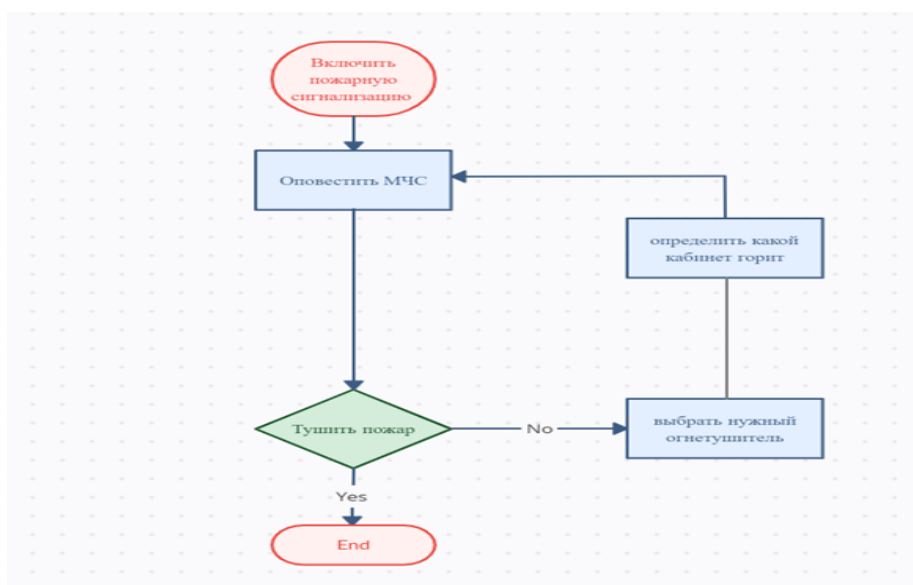


Рис.1. Диаграмма пожарной механики

## Тестирование реализации

Главное предназначение любого огнетушителя – это тушение огня с помощью подачи специального огнетушащего состава. К основным веществам для локализации и устранения пожаров можно отнести: пену, воду, всевозможные химические и порошковые компоненты, а также газовые соединения [7]. В настоящее время осуществлено моделирование нескольких ситуаций возникновения пожара, к примеру тушение электрооборудования можно видеть на рисунке 2.



Рис. 2. Симуляция тушения пожара электрооборудования

## Заключение

В работе проведен обзор подходов к разработке тренажеров пожаротушения. Описан тренажер, предназначенный для моделирования тушения гражданских объектов, преодолевающий узкие места существующих аналогов. В заключение могу сказать, что работа была выполнена успешно и все цели достигнуты.

## Список использованных источников

1. Комплексная безопасность - 2018 // Безопасность труда в промышленности. – 2018. – № 8. – С. 88-90.
2. Польшко, С. В. Особенности организации и методическое обеспечение занятий с курсантами на огневом тренажерном комплексе / С. В. Польшко, Т. С. Маркова // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. – 2015. – № 3(28). – С. 31-36.
3. Леонтьева, М. А. Организация пожарно-профилактических мероприятий среди населения г. Уфы / М. А. Леонтьева, В. П. Перминов // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность - 2019) : Материалы I Международной научно-практической конференции, Уфа, 10 апреля 2019 года. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2019. – С. 240-248.
4. Засыпкина, М. М. Возможности применения цифровых технологий обучения в процессе профессиональной подготовки пожарных / М. М. Засыпкина // Цифровые технологии, наука и образование: теоретические и практические исследования : Материалы Всероссийской научно-практической конференции аспирантов, соискателей, докторантов, научных руководителей, молодых ученых, специализирующихся в области образования, Санкт-Петербург, 09 июня 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования, 2021. – С. 80-85.
5. Компьютерное моделирование действий по тушению пожаров в социальных зданиях / Д. В. Тараканов, Д. Ю. Палин, А. В. Кузнецов, И. Ф. Саттаров // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 12-3. – С. 86-88.
6. Пожаркова, И. Н. Мировая практика использования виртуальных тренажеров для формирования практико-ориентированных умений пожарных и спасателей / И. Н. Пожаркова // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2021. – № 2(2). – С. 22-30.
7. Учебные материалы [Электронный ресурс] URL: <https://works.doklad.ru/view/vOG2i3GrLJc.html>

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПРИЕМОВ ПРОВЕДЕНИЯ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ (СЛР)

*В.В. Архипенко, студент гр. 8ИМ01,  
Научный руководитель: В.А.Коровкин, ассистент,  
Томский политехнический университет  
E-mail: vva36@tpu.ru*

## Введение

Остановка сердца является ведущей причиной смерти во всем мире, которую можно предотвратить при своевременном применении сердечно-легочной реанимации (СЛР) [1].

Актуальность рассматриваемой темы, которая выбрана в качестве темы обосновывается необходимостью знания правильного алгоритма для оказания первой помощи, чтобы не навредить пострадавшему. Виртуальная реальность предоставляет возможность отработки алгоритма действий не подвергая жизнь человека опасности.

## Анализ существующих программных продуктов необходимых для разработки приложений виртуальной реальности

### A. Unreal Engine

Unreal Engine — игровой движок, разрабатываемый и поддерживаемый компанией Epic Games. Unreal Engine - самый открытый и продвинутый инструмент для создания 3D в реальном времени [2].

### B. Unity

Unity — кроссплатформенная среда разработки компьютерных игр, позволяющая создавать приложения, работающие на более чем 25 различных платформах [3].

В качестве средства разработки был выбран Unreal Engine, по причине:

- присутствует широкий спектр инструментов для работы с графикой;
- наличие стартовой сцены VR для разработки в UE4;
- легкий порог вхождения в визуальное программирование (blueprint).

## Проектирование

В качестве чрезвычайную ситуацию было принято решение о воссоздании обрушившегося здания, при которой человек оказался под завалами. Задача пользователя - правильно выбрать последовательность действий и спасти пострадавшего, используя правила первой медицинской помощи.

Для VR приложения были спроектированы UML диаграммы и диаграмма сценариев, помогающие декомпозировать разрабатываемое приложение. Диаграмма сценариев использования показывает действия, которые может совершить пользователь (рисунок 1).

На рисунке 2 отображен алгоритм правильной последовательности действий в сложившейся ситуации.

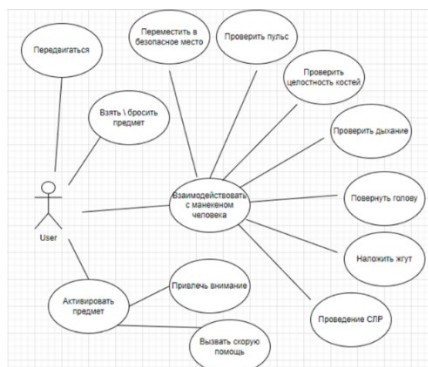


Рис. 1. Диаграмма сценариев использования



Рис. 2. Правильный алгоритм действий

## Результат

В результате работы над проектом была создана локация с разрушенным зданием и окружающей его территорией. Сцена воссоздает аварийную ситуацию рухнувшего здания, в котором под завалами оказался человек. Задача пользователя выбрать правильную последовательность действий и спасти пострадавшего, оказав первую помощь (рисунок 3 и 4).

У пользователя имеется инвентарь с набором предметов. Были разработаны интерактивные объекты: свисток предназначен для привлечения внимания, телефон – для звонка в скорую помощь, ремень – для наложения жгута, кислородная маска, камни и рычаг – отключение электропитания (пострадавшего окружают оголенные провода).

Основным объектом на сцене является пострадавший человек. С ним связано основное взаимодействие данного тренажера. В данном объекте реализованы алгоритмы: учет камней, проверки пульса и дыхания, проверка целостности костей, поворот головы и проведение СЛР.



Рис. 3. Локация



Рис. 4. Проведение СЛР

## Заключение

В результате выполнения работы был реализован прототип (MVP) тренажера VR. В дальнейшем планируется добавить систему обучения, улучшить механики взаимодействия с кислородной маской с учетом физической обратной связи. Тестирование MVP тренажера также показала необходимость в оптимизации архитектуры приложения, в реализации на C++ основных интерактивных объектов и их взаимодействий с пользователем для стабилизации частоты кадров и общей стабильности работы тренажера в целом.

## Список использованных источников

1. Virtual Reality and Haptic Cardiopulmonary Resuscitation Training Approaches: A Review. [Electronic resource] URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9330756>
2. Unreal Engine Documentation [Electronic resource] URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/V.E>.
3. Unity Documentation [Electronic resource] URL: <https://docs.unity3d.com/ru/2019.4/Manual/UnityManual.html>
4. Booch Graddy Object Oriented Analysis and Design with Sample Applications, 3rd ed. / Booch Graddy, Maksimchuk Robert A., Angle Michael W., Young Bobby J., Conallen Jim, Houston Kelly A. : Transl from English. - М. : ООО "I.D. Williams", 2010. - 720 p.
5. Mitch McCaffrey Unreal Engine VR Cookbook: 2019 - 256 p.
6. How to make VR GUN [Electronic resource] URL: [https://www.youtube.com/watch?v=4bb7gSNamZg&t=180s&ab\\_channel=Sir\\_FansiGamedev](https://www.youtube.com/watch?v=4bb7gSNamZg&t=180s&ab_channel=Sir_FansiGamedev)



# СИМУЛЯЦИЯ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

*А.Д.Дмитриев, студент гр. 8ИМ01,  
Научный руководитель: В.В.Видман, ст.преп.  
Томский политехнический университет  
E-mail: add6@tpu.ru*

## Введение

В последние годы в России и за рубежом активно используются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для решения широкого круга задач. Однако управление такими аппаратами – задача далеко не тривиальная, а стоимость оборудования может достигать сотен тысяч долларов, в связи с чем возникает проблема обучения операторов управлению БПЛА без риска нанести ущерб дорогостоящей технике и здоровью людей.

## Разновидности БПЛА

У БПЛА самолётного типа, также известных как БПЛА с жёстким крылом, подъёмная сила создаётся аэродинамическим способом за счёт напора воздуха, набегающего на неподвижное крыло. В качестве двигателей обычно используются тянущие или толкающие винты, а также импеллеры или реактивные двигатели. Аппараты такого типа, как правило, отличаются большой длительностью полёта, большой максимальной высотой полёта и высокой скоростью [1]. Примеры БПЛА самолётного типа представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Геодезический БПЛА «Геоскан 201» и разведывательный БПЛА RQ-4 Global Hawk

БПЛА вертолётного типа (или мультикоптеры) являются самым массовым представителем БПЛА в мире. Реактивные моменты в них уравниваются за счёт вращения несущих винтов попарно в разные стороны или наклона вектора тяги каждого винта в нужном направлении, благодаря чему достигаются высокие показатели манёвренности. Основное назначение мультикоптеров – это фото и видеосъёмка различных объектов и участков местности, однако они также используются в очень широком круге задач. Существует множество конструкций БПЛА вертолётного типа, основанных на различном количестве и расположении несущих винтов. Самые популярные из них: трикоптер, квадрокоптер, гексакоптер и октокоптер (с тремя, четырьмя, шестью и восемью равноудаленными винтами соответственно) – однако существуют и более экзотические экземпляры. Схемы конструкций мультикоптеров представлены на рисунке 2.

## Преимущества технологий виртуальной реальности

Для рассмотрения проблемы обучения операторов управлению БПЛА было решено использовать технологии виртуальной реальности, так как они обладают нижеперечисленными преимуществами.

Во-первых, погружение пользователя в искусственный мир позволит уберечь его здоровье и здоровье окружающих от возможных опасностей, возникающих при управлении БПЛА.

Во-вторых, это позволит обезопасить дорогостоящую технику (в частности, сам БПЛА) от потенциального ущерба, который может быть нанесён ей неопытным оператором.



В-третьих, использование технологий виртуальной реальности обеспечит погружение пользователя в процесс и даст ему иммерсивный опыт, что обеспечит более эффективное и качественное обучение.

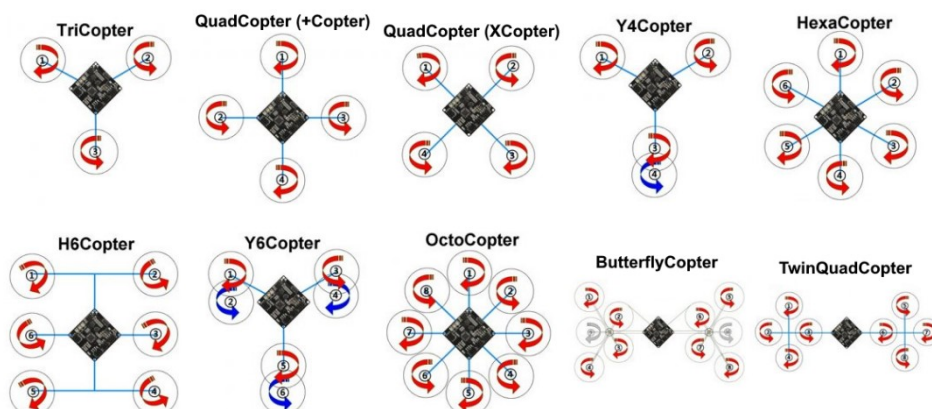


Рис. 2. Схемы конструкций БПЛА вертолётного типа

### Приложения-аналоги

На просторах интернета можно найти сотни продуктов, связанных с управлением различными видами БПЛА. Однако подавляющее большинство из них носит развлекательный характер, а с виртуальной реальностью связаны буквально несколько десятков. В то же время качество этих продуктов зачастую оставляет желать лучшего.

В обзоре аналогов были рассмотрены такие приложения, как «Liftoff: FPV Drone Racing» [2] и «Liftoff: Micro Drones» [3], «ISDDS - Drone VR Simulator» [4], «Yue's VR-FPV-Sim» [5] и «DVR Simulator» [6], и выявлены следующие их недостатки: полное или частичное отсутствие поддержки устройств виртуальной реальности, аркадное или непрактичное управление, нереалистичная физика поведения БПЛА в воздухе, отсутствие разнообразия видов БПЛА.

### Средства разработки проекта

На данный момент для разработки приложений виртуальной реальности наиболее доступны и подходят всего три среды: Unigine [7], Unity [8] и Unreal Engine [9].

Так как во всех трёх перечисленных средах отсутствует встроенная необходимая физика поведения объектов в воздухе, её придётся программировать самостоятельно. В связи с этим было принято решение использовать среду разработки Unreal Engine, в том числе благодаря удобству её системы визуального программирования Blueprints, готовым визуальным эффектам и доступу к реалистичным ассетам для обеспечения лучшего уровня погружения пользователя [10].

### Заключение

Планируется разработка программного обеспечения для симуляции средств управления беспилотным летательным аппаратом вертолётного типа. Использование при этом технологий виртуальной реальности позволит уберечь пользователя и окружающих от травм и обезопасить дорогостоящую технику, а также обеспечит погружение пользователя в процесс обучения и даст ему иммерсивный опыт.

### Список использованных источников

1. Классификация БПЛА по лётным характеристикам [сайт]. – URL: <https://docs.geoscan.aero/ru/master/database/const-module/classification/classification.html> (дата обращения: 20.02.2022).
2. Страница «Liftoff: FPV Drone Racing» в Steam [сайт]. – URL: [https://store.steampowered.com/app/410340/Liftoff\\_FPV\\_Drone\\_Racing](https://store.steampowered.com/app/410340/Liftoff_FPV_Drone_Racing) (дата обращения: 20.02.2022).
3. Страница «Liftoff: Micro Drones» в Steam [сайт]. – URL: [https://store.steampowered.com/app/1432320/Liftoff\\_Micro\\_Drones](https://store.steampowered.com/app/1432320/Liftoff_Micro_Drones) (дата обращения: 20.02.2022).

4. Страница «ISDDS - Drone VR Simulator» в Steam [сайт]. – URL: [https://store.steampowered.com/app/1538470/ISDDS\\_Drone\\_VR\\_Simulator](https://store.steampowered.com/app/1538470/ISDDS_Drone_VR_Simulator) (дата обращения: 20.02.2022).
5. Страница «Yue's VR-FPV-Sim» на официальном сайте Oculus [сайт]. – URL: <https://www.oculus.com/experiences/quest/4592643074113403> (дата обращения: 20.02.2022).
6. Страница «DVR Simulator» в Steam [сайт]. – URL: [https://store.steampowered.com/app/1335370/DVR\\_Simulator](https://store.steampowered.com/app/1335370/DVR_Simulator) (дата обращения: 20.02.2022).
7. Unity vs Unreal Engine for XR Development: Which One Is Better? (загл. с экрана) [сайт]. – URL: <https://circuitstream.com/blog/unity-vs-unreal> (дата обращения: 20.02.2022).

## РАСШИРЕННОЕ СОЗНАНИЕ: ДОПОЛНЕННАЯ И ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В АВТОИНДУСТРИИ

*Е.В. Белоенко, к.т.н., доц.,  
Д.Н. Ковалев, студент гр. 5Б13  
Томский политехнический университет  
E-mail: dnk29@tpu.ru*

### Введение

Производители автомобилей одними из первых осваивают новейшие технологии. Разработка дополненной реальности - довольно необходимое новшество, позволившее всем нам добиться значительного прогресса в большинстве сфер жизни. Ни для кого не секрет, что теперь мы можем следить за 3D-животными из Google, выбирать предметы интерьера и размещать их в нашем доме с помощью сканера LiDAR (как в iPad Pro 2020). Дополненная реальность только начала проникать в автомобильный бизнес, конечно, не так скоро, как хотелось бы, но первые ростки уже вполне заметны.

### Инновации автомобильных брендов

Инженеры и электронщики Jaguar и Land Rover Group сделали ряд деталей кузова "прозрачными". На концепте Land Rover Discovery Vision 2014 года камеры были установлены в области решетки радиатора, глядя почти в землю, изображение с них передается на широкий проекционный экран перед глазами водителя. В результате создается полная иллюзия того, что капот отсутствует. В городе, конечно, такая игрушка не нужна, но на бездорожье она может оказаться крайне полезной, демонстрируя рельеф и угол поворота колес.

Передние стойки кузова тоже могут стать «прозрачными». Как бы это ни было странно, но абсолютно каждый водитель знает или в конце концов узнает: современные стойки, дутые для безопасности, могут скрыть не только пешехода или мотоциклиста, но и целый автомобиль! Устранить такое слепое пятно - значит серьезно повысить безопасность. Стоит сказать о том, что Jaguar превратили внутреннюю поверхность стоек в экраны, на которые транслируется картинка с внешних камер, при этом строго в секторе, который в данный момент скрыт от водителя.

Высокий прицеп на сто процентов лишает водителя обзора через внутреннее зеркало заднего вида. Разработчики и инженеры больших корпораций уже работают над этой проблемой и считают, что элегантным решением является беспроводная камера в задней части прицепа, передающая изображение на ЖК-дисплей, который заменяет классическое зеркало.

Но, конечно, вершиной таких технологий являются очки дополненной реальности или шлемы, которые как бы предоставляют наибольшие возможности в небольшом формате. И даже не нужно говорить, что инженеры BMW тестируют эргономику и обзорность будущих автомобилей в шлемах HTC Vive. Все знают и понимают, что выгода очевидна: нет необходимости создавать дорогостоящие макеты для тестов. Мини-очки дополненного видения могут проецировать необходимые навигационные подсказки перед глазами водителя и способны сделать отдельные элементы кузова прозрачными, например, помогая владельцу припарковаться.

Примеры разных технологий и разработок представлены на фотографиях ниже:



Рис. 1. Примеры использования.

Предполагается, что аналогичные устройства наконец-то будут использоваться в автомобильных дилерских центрах. Нужно сказать, что ассортимент почти всех марок стал очень широким, и представить все автомобили в одном зале нереально. Шлем виртуальной реальности, наконец-то позволит вам погрузиться в мир хоть какого-то, пусть и примерного автомобиля в желаемой комплектации, даже если его нет в наличии. В ближайшем будущем вы сможете оценить свой автомобиль перед покупкой, не вставая с дивана, ведь данные устройства станут аналогичны телефону.

Таким образом, VR избавляет от необходимости арендовать огромные площади и иметь, как мы проговорили, много автомобилей в автоцентрах, кстати, Audi и Toyota уже используют технологию виртуальной реальности в своих собственных дилерских центрах, чтобы предоставить клиентам более реалистичное представление о лично выбранном для них автомобиле.

### **Перспективы использования виртуальной реальности в автомобильной промышленности**

В первую очередь хотелось бы отметить появление 3D-моделей новейших автомобилей (например, гиперкара Lamborghini Huracan EVO RWD Spyder). Представьте себе один факт, что с помощью этих моделей производители всем известных спортивных автомобилей дают возможность посетителям салонов и выставок посмотреть на машину в натуральную величину для того, чтобы решить, нужна ли им такая покупка. Также возможно, что сами производители извлекут выгоду, потому что куда проще сделать несколько моделей при разработке новейшего автомобиля и внести в них дополнительные изменения, доведя макеты до совершенства, чем вносить те же изменения в уже готовый автомобиль.

Также возможно, что с помощью дополненной реальности профессионалы автосервиса наконец-то смогут предварительно показать готовый результат собственной работы. Например, если вы хотите перекрасить свой собственный автомобиль или заменить в нем какую-то деталь, с помощью AR мастер сможет показать вам, как это будет выглядеть после завершения ремонта.

Не секрет, что внедрение дополненной реальности в навигаторы и карты, доступные на мониторе новейших автомобилей, также является достаточно перспективным решением, потому что вы сможете размещать умные указатели на лобовом стекле, не отвлекаясь на ЖК-дисплеи.

Ford разработал специальную виртуальную лабораторию, в которой дизайнеры и инженеры могут работать над одним проектом, при этом находясь в разных частях планеты. И действительно, помимо того, что Ford позволяет новым сотрудникам проходить обучение с внедрением виртуальной реальности, так же, снижается вероятность ошибок при разработке и сборке какой-либо автомодели. Также производителям удалось снизить травматизм сотрудников на 70%, а трудности с эргономикой на производстве - до 90%.

Toyota разработала симулятор вождения в виртуальной реальности под названием «TeenDrive365». Секретом не является тот факт, что симулятор, разработанный для использования с Oculus Rift, позволяет ученикам испытать вождение в виртуальной реальности и наработать практику, прежде чем они отправятся на настоящую дорогу.

В автоиндустрии есть множество перспектив, которые могут упростить жизнь людям и производителям, а также сделать ее намного безопаснее: научиться водить, отремонтировать свой автомобиль, купить новую машину или создать для нее дизайн. С нетерпением ждем развития технологий VR/AR в автомобильном бизнесе.

### **Заключение**

После всего вышеперечисленного активная эксплуатация и вложения в усовершенствования виртуальных очков на производстве и в зонах ремонта сервисных центров уже не вызывают удивления. Ведь отслеживая взгляд профессионала, электроника дает ему подсказку о местонахождении нужного инструмента или оказывает помощь в работе, используя виртуальные метки. В результате использования данных очков количество ошибок, допущенных из-за невнимательности или усталости, сокращается до минимума. При таком развитии событий информация останется только виртуальной - на очках водителя. Нужно отметить, что рулевое колесо, кстати, в свете будущего автопилота тоже готово уйти в отставку. Подводя итог, я скажу, что все эти перемены хоть и достаточно радикальные, но направлены на безопасность как разработчика и производителя, так и конечного пользователя - водителя и его пассажиров.

### **Список использованных источников**

1. Научно - публицистический журнал «Инновации» № 5 / 2021
2. Научный журнал «Journal of Operations Management 2726963 4,599 Q1 149 Netherlands»
3. Панкратова Е.Ю., Корото К.С., Коломенский А.Н. Рубрика: Спецвыпуск. Опубликовано в Молодой учёный №8 (246) февраль 2019г.
4. Joshua Lerner. The Architecture of Innovatin: The Economics of Creative Organizations 2012г.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ НАВИГАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА БАЗЕ ОТКРЫТЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

*В.В. Лоскутов, ст. преп.,  
А.Р. Сергиенко, студент гр.8ИМ01  
Томский политехнический университет  
E-mail: ars13@tpu.ru*

## **Введение**

Интерес общества к передовым технологиям никогда не угасал в любую эпоху, и он был тем сильнее, чем благоприятнее условия для их распространения. В настоящее время одной из них является технология создания виртуальной реальности, а также постепенно повышается доступность устройств с поддержкой AR/VR [1]. Как следствие, это побуждает людей к тому, чтобы воспользоваться уже реализованными разработками в этой сфере и дальнейшему развитию новых идей по использованию возможностей дополненной реальности.

Также, несомненно, каждый человек хотел бы постоянно иметь доступ к актуальной информации неподалеку от него. К примеру, произошло определенное событие наподобие аварии, пожара, начала мероприятия и т.д., один из ближайших людей передал другим за счет приложения сведения о нем. А в дальнейшем эти люди могут отреагировать и спланировать свои последующие действия исходя из полученной информации. Или, с другой стороны, можно создать систему отметок, которая облегчит навигацию по большой организации, состоящей из множества зданий и сооружений.

## **Обоснование выбора средств разработки**

Чтобы решить одну из данных проблем, было решено создать мобильное приложение, которое позволило бы создавать пользователям различные виды виртуальных объектов в AR режиме исходя из их потребностей посредством которых можно было бы производить обмен информацией в картографическом режиме, в котором отображались бы добавленные объекты в конкретных местах. К тому же, благодаря возможностям AR, будет возможность задания положения объектов на различных расстояниях от себя, что позволит добавлять объекты в недоступных по ряду причин местах в непосредственной близости от пользователя.

Для осуществления данной идеи было спроектировано мобильное приложение в среде Unity на языке C# ввиду того, что данная платформа позволит реализовать весь необходимый функционал для мобильного приложения. В качестве средства для разработки AR функционала была выбрана Lightship ARDK [2], так как с помощью данной библиотеки можно реализовать большую часть возможностей AR для большинства современных устройств, например, таких как Occlusion и распознавание границ реальных объектов, что позволит сделать виртуальные объекты более реалистичными. Взаимодействие с данными OpenStreetMap было решено реализовать с использованием пакета Mapbox Unity SDK [3], который позволяет в реальном времени отображать нужную часть карты, которая будет напрямую зависеть от текущего местоположения пользователя.

## **Проектирование**

Реализовать обмен информацией можно, воспользовавшись технологиями геолокации, добавляя объекты в AR в конкретных местах, и занося в них необходимую информацию. Эта информация будет включать в себя:

- данные о широте и долготе объекта, которые будут браться с получаемых данных от устройства пользователя о его местонахождении с поправкой на расстояние, на которое удалит от себя пользователь виртуальный объект;
- данные о высоте над уровнем моря создаваемого объекта;
- тип созданного объекта, из предлагаемого списка;
- внесенную в поле панели объекта текстовую информацию;
- идентификатор пользователя;
- идентификатор объекта.

В ходе использования приложения информация о всех объектах будет храниться в JSON файле для того, чтобы считывать с него информацию во время взаимодействия с картой и в AR режиме о расположении уже созданных объектов, а также внесенных в них данных. Во время создания новой пометки на карте в файл будут занесены его данные, после чего на сервер поступит запрос о добавлении новой пометки, а затем данные о ней будут переданы другим пользователям и она отобразится у них на карте в соответствующем месте. Схема взаимодействия компонентов приложения представлена на рисунке 1.

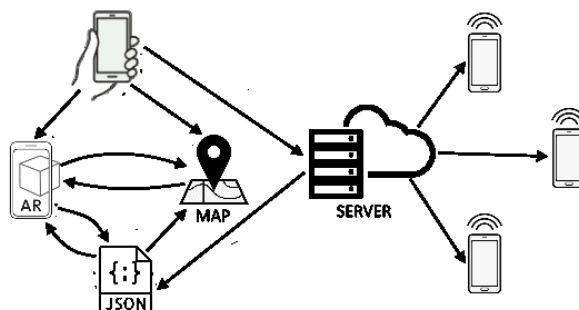


Рис. 1. Схема архитектуры разрабатываемого приложения.

### Разработка

В ходе создания приложения была реализована часть функциональных возможностей по взаимодействию пользователя с картой, интерактивное создание объектов в AR режиме с возможностью отдаления объекта при помощи слайдера, получение и обработка геолокационных данных с устройства пользователя, запись необходимой информации в JSON файл, созданы примеры возможных 3D объектов для обмена информацией между пользователями (предупреждение, вопрос, заметка) и панели для ввода в них текста. На рисунке 2 представлен пример добавления отметок в AR режиме и отображения мест их создания на карте.

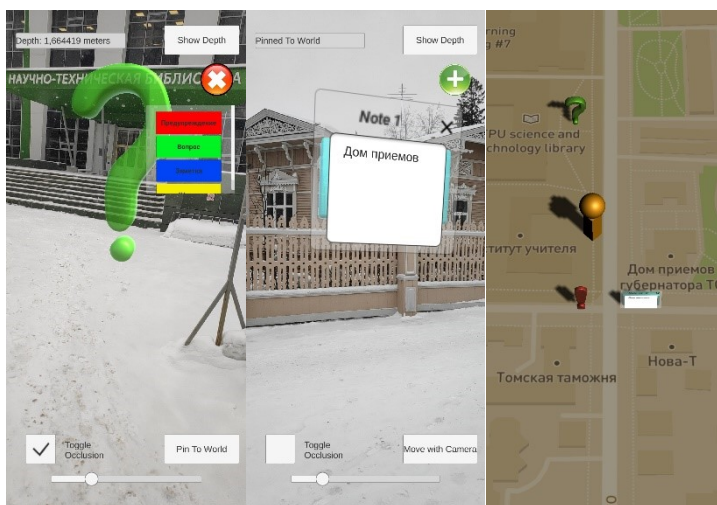


Рис. 2. Пример работы разрабатываемого приложения.

### Заключение

Разрабатываемое приложение имеет несколько направлений развития под задачи связанные с навигацией и обменом информацией между пользователями. В рамках дальнейших работ планируется дальнейшая доработка приложения, расширение его возможностей и реализация серверной части для передачи информации между пользователями.

### **Список использованных источников**

1. Пять трендов VR и AR в 2022 году, которые сделают технологию массовой [Электронный ресурс] – URL: <https://vc.ru/future/367134-ryat-trendov-vr-i-ar-v-2022-godu-kotorye-sdelayut-tehnologiyu-massovoy> (дата обращения 23.02.22)
2. Lightship ARDK [Электронный ресурс] // Niantic Lightship. – 2021. – URL: <https://lightship.dev> (дата обращения 10.11.21)
3. Maps for Unity [Электронный ресурс] // Mapbox. – 2010. – URL: <https://www.mapbox.com/unity/> (дата обращения 19.11.21)

# ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ С ПРИВЯЗКОЙ ГЕОЛОКАЦИИ ПО GPS-КООРДИНАТАМ ДЛЯ ПРОДУКТОВ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ.

*И.В. Сосновский, аспирант Института Математики и Информационных технологий,  
В.А. Коток, студент магистратуры Физико-Технического Института  
Петрозаводский Государственный Университет  
Email: sosnovski\_ptz@mail.ru, garsia.alex@yandex.ru*

## Введение

На территории всей России имеется немало количество привлекательных для туристов объектов. Некоторые входят в список всемирного наследия UNESCO. Для сохранения этих объектов на них не разрешается устанавливать информационные стенды, которые позволили бы облегчить представление информации для туристов. Для решения этой проблемы возможно размещать информацию в дополненной реальности (AR). Объект в AR может быть размещён с помощью привязки к маркерам, к плоскости и к геолокации [1]. Маркером может быть изображение, а объект в AR появляется тогда, когда камера устройства направлена на маркер. При привязке к плоскости объект размещается в той точке пространства, которая была выбрана устройством в результате сканирования плоскостей поверхности. При привязке к геолокации объект появляется в AR в точке по координатам геолокации, например, GPS-координатам, точность позиционирования которых порядка 2,5 метров [2]. Так возможно реализовать систему, которая бы размещала виртуальные объекты по введенным пользователем GPS-координатам и не мешала бы реально существующим объектам туристического сектора. Также, такую систему возможно применить не только в туристической сфере и на производстве, например, для улучшения AR-ассистента описанного в статье [3], что позволило бы, не используя маркеры, получать информацию с датчиков станков в AR.

Целью работы является разработка алгоритма, который позволил бы расставлять объекты в AR, используя GPS-координаты. Задачами проекта являются:

- Разработка алгоритма позиционирования объектов в AR с привязкой по GPS-координатам и реализация его в виде прототипа;
- Проверка и анализ работоспособности прототипа.

## Описание работы алгоритма

Описание работы алгоритма представлено на основе AR-системы. AR-система - это программное обеспечение, которое позволяет, используя AR, расставлять виртуальные объекты в реальном мире по введенным пользователем GPS-координатам. Для реализации AR-системы было разработано приложение для мобильных устройств с операционной системой Android и поддерживающих платформу дополненной реальности ARCore [4]. Разработка производилась в среде разработки Unity3D с использованием языка программирования C#. В ходе разработки использовались встроенные в Unity3D инструменты для работы с GPS-координатами, а также инструменты для работы с ARCore. Первой частью алгоритма является инициализация, которая нужна для сопоставления систем координат приложения (виртуального мира) и реального мира. Блок-схема алгоритма инициализации представлена на рисунке 1.

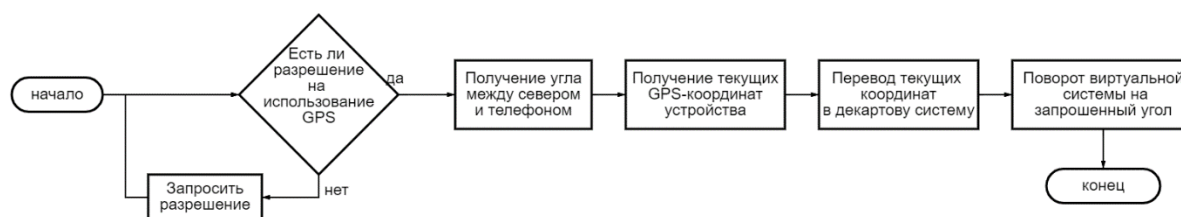


Рис. 4. Блок-схема инициализации AR-системы.

После ввода пользователем GPS-координат точки, где должен появиться объект в соответствующие поля, и нажатия кнопки “Spawn” программа выполняет действия, представленные на блок-схеме на рисунке 2.



Данный алгоритм позволит избавить процессор телефона от лишней нагрузки, связанной с постоянным поиском меток (изображений, 3D-объектов). Так, например, можно выводить информацию об историческом объекте, не отслеживая постоянно его маркер (образ или изображение), как это делается в решении, приведенном в статье [5]. В данном решении размещается информация об исторических объектах путем привязки её к 3D-образу объекта.

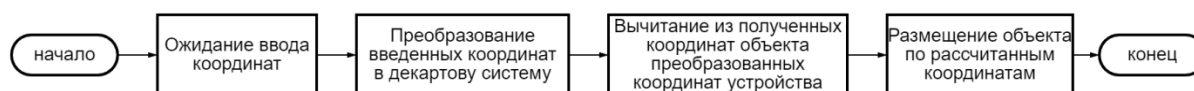


Рис. 5. Блок-схема алгоритма размещения виртуального объекта по заданным координатам.

### Проверка работоспособности алгоритма

Для проверки работоспособности AR-системы была произведена расстановка объектов в разных направлениях от точки запуска приложения. В результате объекты выставлялись на правильном расстоянии и направлении, но с погрешностью до 10 градусов относительно реального положения.

Для определения причины погрешности было создано программное обеспечение, которое 2 раза в секунду выводило информацию о текущем угле между севером и верхней частью телефона, а также текущие GPS-координаты телефона. После чего телефон устанавливался в одном положении, и фиксировались значения угла и координат. В ходе анализа отображаемых данных получено следующее:

- Получаемые координаты содержат всегда одни те же значения;
- Угол, получаемый программно, имеет разброс около 10 градусов от реального угла между севером и телефоном.

Так как в данном методе не используется постоянный поиск маркеров, то он является менее ресурсозатратным, чем использование решения для отображения информации о туристическом объекте, представленном в статье [5].

### Заключение

В ходе работы был разработан алгоритм позиционирования объектов в AR с привязкой по GPS-координатам и реализация его в виде прототипа. Результаты проверки работоспособности прототипа показали, что то прототип выполняет свой функционал правильно, но имеет недостаток, связанный с неточностью определения угла между телефоном и направлением севера.

Данный алгоритм возможно применять для размещения информации о туристических объектах в AR, а также и в других сферах, имеющих необходимость улучшить способы информирования людей в условиях невозможности выставления физических объектов с информацией (информационные стенды, плакаты).

В развитии алгоритма имеется несколько задач, которые приведут к созданию MVP:

- Решение проблемы неточности определения угла между севером и телефоном;
- Добавление модуля подгрузки виртуальных объектов и GPS-координат из БД.

НИОКР реализуется в рамках Программы поддержки прикладных научных исследований и разработок студентов и аспирантов ФГБОУ ВО "Петрозаводский государственный университет", обеспечивающих значительный вклад в инновационное развитие отраслей экономики и социальной сферы Республики Карелия, на 2022-2023 гг., поддержанной грантом Фонда венчурных инвестиций Республики Карелия (Договор № 4-Г21 от 27.12.2021).

### Список использованной литературы

1. Современные возможности дополненной реальности (AR) на июнь 2020. [электронный ресурс] — URL: <https://helmeton.ru/blog/technology-ar/> (дата обращения: 27.02.2022).
2. Раскрыта истинная точность российского ГЛОНАСС. [электронный ресурс] — URL: <https://lenta.ru/news/2020/09/28/glonass1/#:~:text=B%20настоящее%20время%20точность%20определения,%2C5%20метра> (дата обращения: 27.02.2022).
3. Павлов Д.В. Case Study of Using Virtual and Augmented Reality in Industrial Systems Monitoring [Text] / Д.В. Павлов, И.В. Сосновский, В.М. Димитров, В.В. Мелентьев, Д.Ж. Корзун // Proceedings of the 26th

- Conference of Open Innovations Association FRUCT. Full papers section.. - IEEE, 2020. - P.367-375. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9087410>. - ISSN 2305-7254.
4. Что такое ARCore? Всё, что вам нужно знать. [электронный ресурс] — URL: <https://habr.com/ru/post/437378/> (дата обращения: 27.02.2022).
  5. Personalized Information Retrieval for Touristic Attractions in Augmented Reality [Text] / Selcuk K, Liu Huan, Akoglu Leman [и др.]. // WSDM '22: The Fifteenth ACM International Conference on Web Search and Data Mining. — New York: Association for Computing Machinery, 2022. — С. 1613–1616.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ СИМУЛЯЦИИ РЕАЛИСТИЧНОГО ПОВЕДЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

В.Р. Тимшин, студент гр. 8К03

Научный руководитель: В.В. Видман., ст. преп.,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: vrt2@tpu.ru

## Аннотация

Наиболее распространенные методы симуляции реалистичного поведения при увеличении сложности разрабатываемого поведения трудно поддерживать и совершенствовать. В процессе поиска метода, лишенного этого недостатка, была выявлена связка методов, потенциально упрощающая разработку и не требующая машинного обучения.

*The article is focused on the most common methods of realistic behavior simulation which are difficult to maintain and enhance when complexity of behavior increases. When searching for a method free of this disadvantage, a combination of methods which potentially simplifies the development and doesn't require machine learning has been found.*

## Введение

Симуляция поведения человеческого общества является трудоемкой задачей, результаты решения которой актуальны для социального моделирования, включающего в себя вопросы организационного поведения, психологии, экономики, лингвистики, политики. Необходимость в симуляции событий с помощью компьютерных средств возникает в случаях, когда число реально происходящих событий исследуемого типа мало, их реконструкция затруднительна, но само исследование необходимо. Примером такого типа событий может быть чрезвычайная ситуация при пожаре, угрозе совершении преступления или иное социально-опасное происшествие, не поддающееся полноценной реконструкции в реальном мире. Учитывая сложность и неоднозначность человеческого поведения, а также его зависимость от сторонних факторов (болезнь, травма, влияние окружающего общества, общее самочувствие и т.д.), задача моделирования группы людей становится еще более сложной.

Существующие по этой теме работы [1-4] в основном направлены на исследование предполагаемых моделей, предметом текущей работы являются непосредственно способы реализовать перечисленные выше модели, сделать их более приспособленными к дальнейшему усовершенствованию. Целью работы является исследование и сравнение различных методов реализации моделей, симулирующих поведение виртуальных агентов (далее – методы).

## Содержательная часть

Все указанные методы и их свойства подробно описаны в курсах, научных работах по искусственному интеллекту [5-7]. Для исключения менее удобных в реализации методов сначала будет проведено сравнение базовых методов и их модификаций, а затем – сравнение модификаций между собой.

### 1. Конечный автомат и GOAP

Конечный автомат легко реализовать на начальных этапах разработки, но, если число состояний увеличится до нескольких десятков, возможных условий перехода станет настолько много, что не только дальнейшая разработка, но и поддержка такой системы станет невозможной. Система GOAP, являющаяся модификацией конечного автомата, позволяет сгруппировать некоторые состояния для обеспечения лучшего контроля над ними и, хотя в начале разработки на реализацию отдельных состояний уйдет больше времени, в будущем это компенсируется более простой поддержкой архитектуры.

### 2. Дерево выбора и Utility AI

С деревом выбора и Utility AI ситуация аналогичная: модификация дерева выбора требует большего внимания на начальных этапах, но в будущем система будет более простой для поддержки и усовершенствования по сравнению с обычным деревом. Более того, Utility AI позволяет определить

приоритет выполнения каждой задачи, что открывает возможность создания приоритетной очереди желаемых действий без повторного запуска системы выбора.

Как итог, использование модифицированных версий несколько усложняет разработку на начальных этапах, но существенно облегчает поддержание и доработку моделей в дальнейшем. По этой причине дальнейшего сравнения каких-либо методов с базовыми версиями проведено не будет.

### 3. GOAP и дерево поведения

Основным преимуществом GOAP перед деревом поведения является возможность перехода к произвольному состоянию без дополнительных проверок на возможность такого перехода. В случае дерева поведения необходимо или изначально создавать систему, которая будет проверять возможность перехода к узлу, или искать другой способ, позволяющий получить желаемое поведение. Для дерева поведения писать многочисленные проверки затруднительно, в GOAP же система сама перейдет к требуемому состоянию при невозможности выполнения действия при заданных условиях.

Сравнение GOAP и Utility AI затруднительно по причине того, что первый метод уместно сравнивать скорее с деревом поведения, чем с деревом выбора, улучшением которого является Utility AI. Поскольку GOAP и Utility AI могут заменить дерево поведения и дерево выбора соответственно, появляется возможность сравнить данную связку с оставшимся методом.

### 4. GOAP + Utility AI и генетический алгоритм

Основным достоинством связки является возможность создания алгоритма, подходящего для сущности с любым набором параметров. Для генетического алгоритма необходимо создать такие ограничения, при которых развитие не остановится на сущности с сильнейшими характеристиками, и при этом будет стремиться к полному использованию любого набора предоставляемых сущностью возможностей. Более того, при добавлении нового свойства сущности или возможного действия, всю систему придется обучать заново, что является недостатком по сравнению с GOAP + Utility AI.

Выбрать лучший из двух методов для продвинутой разработки сложно из-за слабостей каждого из них по разным критериям. Таким образом, среди описанных методов наилучшим для разработки должна быть либо связка Utility AI и GOAP, либо идея генетического алгоритма.

## Заключительная часть

В данной работе были рассмотрены и сравнены методы симуляции реалистичного поведения виртуальных агентов, выявлена связка методов, модель из которых может стать самой удобной при детальной разработке сложного поведения сущностей. Среди всех методов связка из GOAP и Utility AI и генетический алгоритм определены как наиболее удобные и эффективные для крупной разработки подобных симуляций. Для определения лучшего метода для создания симуляции необходима реализация каждого из них на конкретном примере, что и планируется сделать в дальнейшем.

## Список литературы

1. Бекларян А.Л., Акопов А.С. Моделирование поведения толпы на основе интеллектуальной динамики взаимодействующих агентов // Бизнес-информатика. 2015. № 1 (31). С. 69–77.
2. "Melos" (motives evolution simulation) Изучение поведенческих механизмов психики человека // Psyfactor URL: <https://psyfactor.org/lib/melos.htm> (дата обращения: 02.11.2021).
3. Моделирование поведения человека при помощи новой технологии Искусственного Интеллекта — MELOS // Psyfactor URL: <https://psyfactor.org/lib/melos2.htm> (дата обращения: 02.11.2021).
4. В Университете Аризоны разрабатывается компьютерная модель поведения человеческой толпы. [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий. — 02.11.2021. 14:50. URL: <https://gtmarket.ru/news/culture/2007/06/17/1021>
5. MITOPENCOURSEWARE URL: <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-034-artificial-intelligence-fall-2010/lecture-videos/> (дата обращения: 02.11.2021).
6. Анохин Александр Олегович, Катаев Александр Вадимович Конечно-автоматная модель управления поведением интеллектуальных агентов в обучающих играх // ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2019. №4 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konechno-avtomatnaya-model-upravleniya-povedeniem-intellektualnyh-agentov-v-obuchayuschih-igrakh> (дата обращения: 14.11.2021).
7. Донских А.К., Барабанов В.Ф., Гребенникова Н.И., Белых М.А. ОБЗОР АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТОМ НА ОСНОВЕ ПОЛЕЗНОСТИ И ДЕРЕВА ПОВЕДЕНИЯ // Вестник ВГТУ. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-arhitektury-sistem-upravleniya-intellektom-na-osnove-poleznosti-i-dereva-povedeniya> (дата обращения: 14.11.2021).

## **Секция 5. Технология больших данных в индустрии**

# РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ПО ПОДГОТОВКЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗНОГО АНАЛИЗА НА ЯЗЫКЕ PYTHON

*В.А. Галлингер, студент гр.8ПМ11,  
А.В. Семенюта, студент гр.8ПМ11,  
Е.И. Губин, к.ф.-м.н., доц.  
Томский политехнический университет  
E-mail: gubine@tpu.ru*

## Введение

В предыдущих работах по данной тематике подготовки исходных больших данных для прогнозного анализа использовались программные продукты SAS [1]. Так как в последнее время существенно выросла популярность использования языка Python для больших данных при анализе и построении прогнозных моделей, авторы решили дополнить данный пробел и, основываясь на методических рекомендациях, представленных в работах [2], написать код на языке Python.

Поэтому целью работы является совершенствование реализации методики подготовки исходных данных для построения качественных прогнозных моделей классификации на языке Python.

## Описание алгоритма

Для решения поставленной задачи были использованы язык Python версии 3.7.4, IDE JupyterLab версии 1.1.4, а также библиотеки pandas версии 0.25.1, numpy версии 1.18.2 и scikit-learn версии 0.22.2.post1.

В данной работе предложена методика подготовки данных для построения прогнозных моделей классификации с использованием технологий Python. В соответствии с [2], этапы подготовки данных включают в себя следующие шаги:

1. перевод исходного файла во внутренний формат библиотеки pandas DataFrame;
2. проверку исходных данных на ошибки («описки»);
3. проверку исходных данных на пропущенные значения («missings»);
4. проверку исходных данных на выбросы данных («outliers»);
5. проверку исходных данных на наличие дублирующих строк (наблюдений);
6. проверку исходных данных объясняющих переменных (атрибутов) на мультиколлинеарность;

## Основные этапы подготовки исходных данных на языке Python

В настоящей работе авторы хотели бы представить методику подготовки исходных («сырых») данных, включающую обязательные шаги статистического анализа данных и организации их формата для корректного предиктивного анализа на языке Python.

Для анализа исходных данных на языке Python показан пример преобразования исходного файла «Rezerv\_11.xls» во внутренний формат библиотеки pandas DataFrame.

На рисунке 1 представлен код преобразования.

```
def parse_excel(filepath: str) -> List[pd.core.frame.DataFrame]:
    dfs = []
    xl = pd.ExcelFile(filepath)
    for sheet in xl.sheet_names:
        dfs.append(xl.parse(sheet))
    return dfs
```

Рис. 1. Код функции преобразования табличных данных

В следующем фрагменте на рисунке 2 представлена функция проверки исходных данных на пропущенные значения («missings»).

```
def get_missing_freq(df: pd.core.frame.DataFrame) -> pd.core.frame.DataFrame:
    df_miss_freq = pd.DataFrame()
    df_miss_freq['Not missing'] = df.notna().sum()
    df_miss_freq['Missing'] = df.isna().sum()
    return df_miss_freq
```

Рис. 2. Код функции проверки на пропущенные значения

На рисунке 3 представлена функция проверки исходных данных на выбросы («outliers»).

```
def print_outliers(df: pd.core.frame.DataFrame, feature: str):
    lowest = df.sort_values([feature])[feature][:5]
    highest = df.sort_values([feature])[feature][-5:]
    print(f'The lowest values of {feature} feature:')
    print(lowest)
    print('')
    print(f'The highest values of {feature} feature:')
    print(highest)
```

Рис. 3. Код функции проверки на выбросы

Проверка исходных данных на наличие дублирующих наблюдений (строк) показана рисунке 4 ниже.

```
def print_duplicates(df: pd.core.frame.DataFrame):
    index_list = list(df[df.duplicated()].index)
    count = df.duplicated().sum()
    print(f'Amount of duplicated rows: {count}\nlist of indexes: {index_list}')

def drop_duplicates(df: pd.core.frame.DataFrame) -> pd.core.frame.DataFrame:
    return df.drop_duplicates()
```

Рис. 4. Код функции проверки на наличие дубликатов

Проверка исходных данных объясняющих переменных на наличие мультиколлинеарности представлена на рисунке 5.

```
def get_stats_corr_table(df: pd.core.frame.DataFrame) -> Tuple[pd.core.frame.DataFrame]:
    return df.describe(), df.corr()

def print_corr_columns(df: pd.core.frame.DataFrame, corr_threshold: float = 0.9):
    df_corr = df.corr()
    corr_cols = []
    columns = list(df.columns)
    for i in range(len(columns)):
        j = i + 1
        while j < len(columns):
            if df_corr[columns[i]][columns[j]] > corr_threshold:
                corr_cols.append(columns[i])
                corr_cols.append(columns[j])
            j += 1
    print(corr_cols)

def del_feature(df: pd.core.frame.DataFrame, feature: str) -> pd.core.frame.DataFrame:
    return df.drop(feature, axis=1)
```

Рис. 5. Код функции проверки на наличие мультиколлинеарности

## Заключение

В результате использования кода Python процесс подготовки исходных данных для прогнозного анализа был автоматизирован и существенно упростился. Таким образом, удалось реализовать функции обработки и управления данными на языке Python.

## Список использованных источников

1. Губин Е.И. Использование программных инструментов SAS для подготовки больших данных. Современные технологии, экономика и образование: Сборник трудов Всероссийской научно-методической конференции, Томск, 2-4 сентября 2020 Томск: ТПУ-С. 53-55
2. Губин Е.И. Методика подготовки больших данных для прогнозного анализа «Наука и бизнес: пути развития». Выпуск №3(105). 2020, 2020. – [С. 33-35].

# РАЗГОВОРНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЧАТ-БОТЫ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ

*Е.И. Губин, к.ф.-м.н., доц.,  
А.О. Екимовский, студент гр. 8ПМ011  
Томский политехнический университет  
E-mail: aoe6@tpu.ru*

## **Введение**

В 21 веке искусственный интеллект встречается во всех сферах. Чат-боты помогают пользователям приобретать необходимую информацию без участия других людей. В статье рассматриваются основные типы чат-ботов и используемый в их разработке разговорный искусственный интеллект, развитие которого является одной из наиболее актуальных и интересных задач сегодняшнего мира.

Одним из основных продуктов, использующем в основе искусственный интеллект является чат-боты. Это обусловлено тем, что чат-боты имеют огромную ценность для компаний в финансовом плане, поскольку снижают затраты на обслуживание клиентов и являются новым источником получения дохода от продаж и услуг, а также повышают ценность клиентского опыта. Чат-бот представляет собой компьютерную программу, который имитирует человеческую речь с реальным пользователем.

## **Возможности чат-бота**

Самые распространенные сферы чат-ботов — это продажи, служба поддержки и маркетинговая сфера. Чат-боты занимаются базовыми операциями, которые можно привести к заданному алгоритму, ищут и объединяют данные, распространяют информацию. Всё это повышает производительность и улучшает сервис.

Перечень задач, с которыми на данный момент чаще сталкиваются чат боты: отвечают на вопросы, ищут данные на заданном ресурсе, составляют рекомендации и консультируют, формируют запись для посещения, собирают данные посетителей, собирают отзывы клиентов, проводят инвентаризацию и отслеживают заказы, обрабатывают денежные транзакции.

## **Типы чат-ботов**

Декларативные – для поддержки и обслуживания, используют машинное обучение и обработку естественного языка, но имеют ограниченные возможности.

Предиктивные (виртуальные ассистенты) – используют как принципы машинного обучения и обработки естественного языка, так и понимание естественного языка.

Также используется более подробная альтернативная классификация:

Кнопочный чат-бот: простой выбор вариантов из готового набора вариантов ответов, наподобие анкеты с закрытыми вопросами.

Текстовый чат-бот: работа с введённым пользователем текстом, для этого может задействоваться искусственный интеллект.

Голосовой чат-бот: работа с помощью искусственного интеллекта, может понимать естественный язык (NLU) и синтезировать речь, чтобы общаться с людьми.

## **NLU и NLP при разработке чат-ботов**

Голосовые помощники неразрывно связаны с такими технологиями как обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) и понимание естественного языка (Natural Language Understanding, NLU)

NLU в контексте разработки чат-бота выражается в виде некоторых алгоритмов, которые сначала реорганизуют человеческую речь, а затем выделяют ключевые элементы, такие как: время, место, настроение. Данный фактор очень важен, так как NLU является неотъемлемой частью NLP, ведь для обработки языка нужно его понимание. Наглядный пример архитектуры чат-бота представлен на рисунке 1.



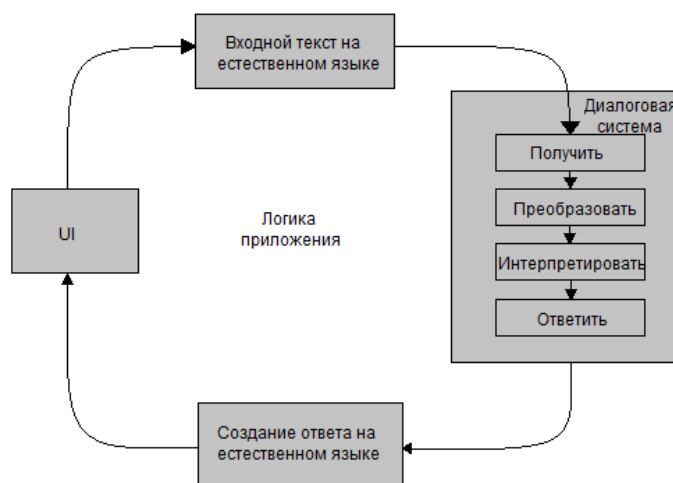


Рис. 1. Архитектура чат-бота.

### Выделяют следующие основные элементы NLP:

Частеречная разметка слов (POS-Tagging) – процесс определения и присвоения в заданном тексте частей речи и соответствующих тегов.

Стемминг и лемматизация (Stemming and lemmatization) – стемминг выделяет основу слова, которая может не являться морфологическим корнем. Лемматизация схожа с стеммингом за одним исключением – выделение смысловоразличительной формы.

Удаление стоп-слов – очистка текста от слов, которые не несут смысловой нагрузки в данном контексте.

Распознавание именных существностей – инструмент для определения намерения человека. Выделяет определенные категории слов.

Синтаксический анализ зависимостей выделяет взаимосвязь между компонентами в предложении, тексте.

Базовое словосочетание – словосочетание, как правило, содержащее одно или два слова, сгенерированных искусственно.

### Заключение

Для полноценной разработки чат-бота, с использованием принципов машинного обучения, NLP и NLU, необходимы знания в лингвистике, информационных технологиях (в частности, в области разработки ПО), когнитивной науке и других областях. Также были освещены области и возможности применения чат-ботов, их классификация.

### Список использованных источников

1. Ганегедара Тушан. Обработка естественного языка с TensorFlow. – Москва: ДМК Пресс, 2020. – 382 с.
2. Основы Natural Language Processing для текста. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/Voximplant/blog/446738/> (дата обращения 11.02.2022).
3. Что такое чат-боты и где они используются? [Электронный ресурс]. – URL: <https://spark.ru/startup/oblakodom/blog/19766/что-такое-chat-boti-i-gde-oni-ispolzuyutsya> (дата обращения 11.02.2022).
4. Как работают чат-боты: ML, Big Data, NLU и NLP. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bigdataschool.ru/blog/how-chat-bot-is-made.html> (дата обращения 12.02.2022).
5. Хобсон Лейн. Обработка естественного языка в действии. – Санкт-Петербург: Питер, 2020. – 576 с.

# STATISTICAL AND MACHINE LEARNING MODELS COMPARISON FOR DEMAND FORECASTING

*T.V. Koryakina, student 8PMII  
Tomsk Polytechnic University  
E-mail: tvk26@tpu.ru*

## Introduction

The work of any business heavily relies on accuracy of daily demand forecasting. It dictates level of inventory holding, capacities of warehouses and production sites. This task is usually solved with well-known statistical methods. More recently, big companies saw potential in utilizing Machine Learning (ML) algorithms as alternatives to statistical approach. It has yet to be validated that ML has significant advantage. This paper will provide overview of different papers attempted to do a comparison of forecasting power of statistical and ML methods for time-series data.

## Approach description

To properly compare the performance of ML methods to statistical ones, were considered the most popular forecasting methods of each kind as well as some of their variants that, according to the literature, can lead to better forecasts.

In all articles time series data was used as an input for traditional and ML models. The products were split by typical demand patterns (figure 1).










	No seasonal effect	Additive effect	Multiplicative effect
No trend	 constant	 saisonal	 saisonal
Additive Trend	 with trends	 trend-saisonal	 trend-saisonal
Multiplicative trend	 with trends	 trend-saisonal	 trend-saisonal

Fig. 1. Demand Patterns resulting from Trend and seasonal components [1]

I analyzed a data from three papers:

1. Machine Learning and Statistics: A Study for assessing innovative Demand Forecasting Models (2021). DOI: 10.1016/j.procs.2021.01.127
2. Comparison of statistical and machine learning methods for daily SKU demand forecasting (2020). DOI: 10.1007/s12351-020-00605-2
3. Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward (2018). DOI: 10.1371/journal.pone.0194889

To compare the individual forecasting models with each other, authors implemented every model using optimal parameters. To analyze statistical models focus was on trend and seasonality.

The ML and DL models were tested using the respective standard configuration. I took into consideration that for business besides forecast accuracy it's also crucial consider the cost of implementation of the model.

The summary table for used models and their output shown below at Figure 2.

Statistical Methods	Paper 1	Paper 2	Paper 3
Perfomanced criteria	The relative deviation of root-mean-square deviation, RMSE	Terms of bias (AMSE)	Symmetric mean absolute percentage error (SMAPE)
Triple exponential smoothing (ETS)	76,40%		7,19%
Average Extended (SARIMAX)	80,80%		7,34%
Simple exponential smoothing (SES)		88,10%	7,36%
Syntetos–Boylan Approximation (SBA)		75,70%	
Croston’s method (CRO)		77,30%	
ML			
Multilayer Perceptron (MLP)	71,60%	81,70%	8,39%
Long-term short-term memory (LSTM)	81,90%		11,67%
Extreme Gradient Boosting (XGBoost)	53,80%		
Random Forest (RF)	43,50%	66,00%	
Support Vector Regression (SVR)		67,00%	8,88%
k-Nearest Neighbour Regression (kNNR)		68,40%	11,49%
Bayesian Neural Network (BNN)			8,17%

Fig. 2. Comparison of statistical and ML models

There is a trade-off from between the level of accuracy and complexity and cost for building a model[5]

You can see that at Figure 3. Even if we increase accuracy the technology might be not viable from deployment point of view.

### Conclusion

After analyzing several papers, it can be concluded that there is no strong evidence that machine learning models perform better than popular statistical models. It shows that for some datasets accuracy can be improved over statistical models, but the same ML method can show both great and poor results depending on what kind of data we have. Having that in mind businesses should take into consideration cost for deploying a model and run several tests with both statistical and machine learning models, before making decision about deployment one.

### References

1. Scheer, August-Wilhelm (1983) “Absatzprognosen.“ Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag.
2. Machine Learning and Statistics: A Study for assessing innovative Demand Forecasting Models (2021). DOI: 10.1016/j.procs.2021.01.127
3. Comparison of statistical and machine learning methods for daily SKU demand forecasting (2020). DOI: 10.1007/s12351-020-00605-2
4. Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward (2018). DOI: 10.1371/journal.pone.0194889
5. Chambers, Mullick, and Smith (1971)

# ASSESSMENT OF CREDIT RISK BY USING BIG DATA TOOLS

*Li Ke, Postgraduate 8PM01*  
*E.I. Gubin Ph.D., Associate Professor*  
*Tomsk Polytechnic University*  
E-mail: ke1@tpu.ru

## Introduction

Credit risk assessment is estimating the probability of loss resulting from a borrower's failure to repay a loan or debt, it's very important and full of challenging. Today the study of financial credit risk assessment attracts increasing attentions in the face of one of the most severe financial crisis ever observed in the world. The accurate assessment of financial credit risk and prediction of business failure play an essential role both on economics and society [1]. In this paper, we introduce steps of create a credit risk model by using big data tools, contains the method of data preparation and the method of create model. After training model, we also analyze key factors of customers whether repays the loan on time. In this paper we used different big data tools like SAS, Python, it's good for big data beginner to study and learn.

## Data Description

This dataset is about personal information of customers, it contains 24 variables, and 3000 observations. The target variable is GB, it means the customer is a good or bad borrowers. Other variables contain age, amounts of children, income, region, etc.

## Data Preparation

The first step is data cleaning. Data cleaning is a very important step of data preparation, if we ignore this step, we will get wrong result in final [2]. In general, there are 6 problems we need to care about, they are missing data, mistake of data, outliers of data, duplicate cases, multicollinearity of data and digitalization of data [3]. In this part, we use SAS to clean data [4]. SAS is a statistical software for data analysis, and it is easy, safe and stable. In this dataset we find 500 missing values and some outliers, we fill up missing values by checking the frequency of the column, and drop these outliers.

After data cleaning, we split data into training data (75%) and test data (25%).

## Credit Risk Model

The next step is creating credit risk model, and we use random forest model to classify good and bad customers. We use RandomForestClassifier to create this model, and also include cross validation. This method is come from the most popular library in machine learning area-scikit learn. Scikit-learn is a famous library in Python, also in this work we used Pandas, we could analyze dataset in it.

Random forest is a good algorithm to solve classification and regression problems. In our work, we need to classify good and bad customers, so we use random forest algorithm. Also, we could use logistic regression algorithm, because this is a binary classification problem.

After training our model and adjust parameters, we could get a classification report of our model. On Figure 1 we can see we have 70% accuracy on test data. That means we have 70% accuracy to predict whether a customer repays the loan on time.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.70	0.69	351
1	0.71	0.70	0.70	366
accuracy			0.70	717
macro avg	0.70	0.70	0.70	717
weighted avg	0.70	0.70	0.70	717

Fig. 1. Classification report of random forest model

## Key factors

In this model, each feature has different weights, we could analyze these weights to get key factors of a customer whether repays the loan on time.

On Figure 2 we can see top 10 features of our model, key factors of a customer are age, working time, cash, income, region, etc. That means these features we will consider at first when we want to loan to customers.

```
[(0.1392, 'AGE'),  
(0.1147, 'TMJOB1'),  
(0.0967, 'CASH'),  
(0.0941, 'TMADD'),  
(0.0697, 'INCOME'),  
(0.06, 'REGN'),  
(0.0474, 'LOANS'),  
(0.0468, 'PERS_H'),  
(0.0415, 'prof_'),  
(0.0397, 'product_'),
```

Fig. 2. Top 10 features and their weights

## Conclusion

In this paper, we analyze our data and create a credit risk model, and finally we get 70% accuracy. We could use this model to predict whether a customer repays the loan on time. Also, we analyze key factors. We could know that when we want to loan to customers, we need to consider about these features like age, working time, cash, income, and region of customers.

## References

1. Chen N, Ribeiro B, Chen A. Financial credit risk assessment: a recent review[J]. *Artificial Intelligence Review*, 2016, 45(1): 1-23.
2. Huang Shan. Data cleaning for data analysis / Huang Shan, E. I. Gubin // *Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 3-7 декабря 2018 г., г. Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2019. — [С. 387-388].*
3. Губин Е. И. Методология подготовки больших данных для прогнозного анализа / Е. И. Губин // *Современные технологии, экономика и образование : сборник трудов Всероссийской научно-методической конференции, г. Томск, 27-29 декабря 2019 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2019. — [С. 27-29].*
4. Губин Е. И. Использование программных инструментов SAS для подготовки больших данных / Е. И. Губин // *Современные технологии, экономика и образование : сборник материалов II Всероссийской научно-методической конференции, г. Томск, 2-4 сентября 2020 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2020. — [С. 52-54].*

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ Хе, НА ПРОБЛЕМЫ СО СНОМ

*А.В. Лукин, студент гр. 8ПМ11  
Е.И. Губин, к.ф.-м.н., доц.,  
Томский политехнический университет  
E-mail: avl48@tpu.ru*

### **Введение**

В настоящее время проводится множество клинических исследований препаратов для выявления их эффективности. Зачастую на начальных стадиях клинических исследований, препарат проверяется на небольшой группе пациентов и не всегда явно видно результаты влияния препарата на испытуемых. Поэтому необходимо применять методы статистического анализа для выявления зависимостей.

Целью работы является подтвердить (или опровергнуть) эффективность использования препаратов, содержащих Хе, на проблемы со сном методами статистического анализа.

### **Описание работы**

В качестве материала для статистического анализа представлены две равные выборки (по 16 испытуемых), набранные по специальной методике, которая позволяла бы предположить ее случайный характер. Первая группа принимала препарат, содержащий Хе, а вторая группа принимала воздух («плацебо»). Требовалось подтвердить (или опровергнуть) гипотезу о влиянии препаратов, содержащих Хе, на улучшение сна по сравнению с группой, где этот препарат был заменен на воздух («плацебо»), о чем испытуемые не знали.

Для оценки критерия качества сна были использованы инструментальные объективные приборы и субъективные опросы испытуемых. В расчетах объективные данные были приняты в качестве опорных.

Перед началом статистического анализа была произведена очистка данных, после чего убраны испытуемые, у которых на начало эксперимента объективный показатель эффективности сна был:

- 1) более 85%, что соответствует показателю здорового сна, т.е. не соответствует диагностическим критериям бессонницы;
- 2) менее 50%, связано это со случаями, которые относятся к людям со скрытыми недомоганиями (или болезнями).

Т.е. это испытуемые, которые изначально не подходят для прохождения исследования.

Также из каждой выборки были убраны данные, которые являются выбросом, так как их показатель сильно выбивается из всей выборки.

Для проверки гипотезы эффективности использования препаратов, содержащих Хе, и группы, где вместо Хе использовался воздух («плацебо»), предлагается использовать критерий Стьюдента. Главным условием применения критерия Стьюдента, является нормальное распределение данных в представленных группах.

Сформулируем две гипотезы:

Нулевая гипотеза предполагает, что в генеральной совокупности нет различия между средними значениями эффективности сна после трёх месяцев применения препаратов с содержанием Хе и «плацебо». Тогда как альтернативная гипотеза будет говорить, что средние показатели не равны и тем самым эффективность использования Хе будет отлична от использования воздуха в качестве «плацебо».

Данные анализа, говорят о том, что нулевую гипотезу можно отклонить. Т.к. статистическое значение критерия Стьюдента равно 2.563, а р-значение равно 0.023. Это значит, вероятность того, что в генеральной совокупности нет различия 2.3%.

Также необходимо проверить влияет ли препарат с течением времени.

Для этого необходимо применить тест ANOVA, и выделить две гипотезы. Нулевая гипотеза говорит о равенстве средних, альтернативная о их неравенстве.

Для препаратов, содержащих Хе статистическое значение равно 4.057, а р-значение 0.012, из чего можно сделать вывод, что препарат имеет влияние на изменение эффективности сна. Визуально результаты отображены на рис. 1.

Для препаратов, с плацебо статистическое значение равно 1.54, а р-значение 0.22, это говорит о том, что верна нулевая гипотеза, следовательно, нельзя говорить о влиянии плацебо на эффективность. Визуально результаты отображены на рис. 1.

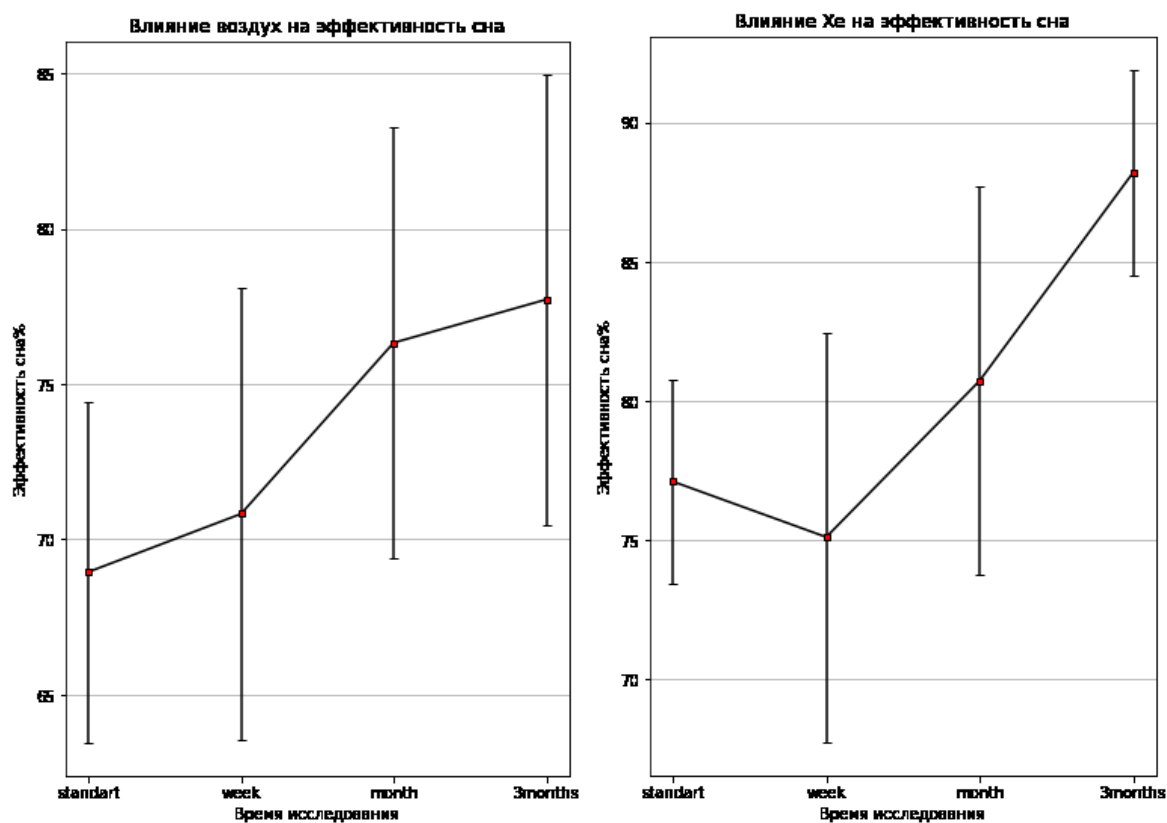


Рис. 1. Влияние препаратов на эффективность сна в зависимости от времени эксперимента

### Заклучение

Из представленных данных можно говорить о влиянии препаратов, содержащих He, на эффективность сна. Статистические расчёты говорят о его значительном влиянии на улучшение эффективности сна, особенно на третьем этапе. При этом «плацебо» из статистических расчётов не влияет на показатель эффективности сна.

Для дальнейшего анализа необходимо проведение клинических исследований с большим числом испытуемых.

### Список использованных источников

1. Ивченко Г.И. Математическая статистика: учебник. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. — 352 с.
2. Семёнов В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие. Стандарт третьего поколения. — СПб.: Питер, 2013. — 192 с.: ил.
3. Володин И.Н. Лекции по теории вероятностей и математической статистике. - Казань: (Издательство), 2006. - 271с.

# КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ COVID-19 В РОССИИ НА ОСНОВЕ ШТРАФНОГО СПЛАЙНА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

*Я.А. Михайлова, студент гр. 8И8Б  
Е.А. Кочегурова, к.т.н., доц. ОИТ ИШИТР  
Томский политехнический университет  
E-mail: kocheg@tpu.ru*

## Введение

Прогнозирование временных рядов является актуальной задачей во множестве прикладных областей. В настоящее время самой острой проблемой, охватившей весь мир, является пандемия COVID-19. И прогнозирование в этом вопросе является одним из шагов в борьбе с пандемией. Задача прогнозирования заключается в предсказании поведения временного ряда в будущие моменты времени.

Данная работа посвящена созданию программно-математических средств прогнозирования временных рядов для предсказания заболеваемости COVID-19 в России.

## Существующие алгоритмы

На данный момент во всем мире активно обсуждаются результаты исследований по анализу данных о COVID-19, включая прогнозирование распространения заболевания, смертности и выздоровления. В основе прогнозирования лежат математические модели на основе искусственных нейронных сетей и машинного обучения, авторегрессионные модели, марковские процессы, на основе имитационного моделирования и робастного статистического прогнозирования и ряд других подходов [1].

Различны и результаты прогнозирования заболеваемости COVID-19. Так, в работе [2] рассматривается модель прогнозирования на основе нейронных сетей с точностью прогноза 24,7% и 37,9% для Бразилии и Португалии соответственно. Точность прогноза оценивалась по формуле относительной погрешности. Прогнозирование распространения COVID-19 в Малайзии, Марокко и Саудовской Аравии также проведено с использованием нейронных сетей [3]. Варьируя параметры нейронной сети, авторы получили разные результаты, например, для некоторых случаев ошибка RMSE составляет более 8,5%.

## Описание алгоритма

В данной работе для решения задачи прогнозирования был разработан алгоритм на языке программирования Python в облачной платформе Colaboratory. Алгоритм построен на основе штрафного P-сплайна для данных, поступающих в реальном масштабе времени группами.

Сплайны – базисные, регрессионные, сглаживающие – довольно популярная модель для решения задачи прогнозирования в апостериорном режиме. В данной работе используется вариационный подход к получению штрафного сплайна (P-сплайна). Штрафные сплайны аналогично регрессионным, имеют малое число узлов, а со сглаживающими их объединяют штрафы за негладкость. Применение штрафного сплайна позволяет получить искомое гладкое значение.

Для прогнозирования в реальном времени получены рекуррентные формулы расчета штрафного сплайна на основе модификации экстремального функционала для данных, объединенных в группы [4].

$$J(S) = (1 - \rho) \int_{t_0^i}^{t_h^i} [S(t) - y(t)]^2 dt + \rho \sum_{j=0}^h [S(t_j^i) - y(t_j^i)]^2 \quad (1)$$

Расчётные формулы для прогноза, полученные на основе (1), содержат настраиваемые параметры алгоритма, позволяющие регулировать точность и другие параметры эффективности. Параметрами настройки являются: весовой коэффициент  $\rho$ , устанавливающий баланс между сглаживающими и интерполяционными свойствами сплайна,  $h$  – количество измерений внутри  $i$ -го звена сплайна, интервал дискретизации процесса  $\Delta t$ . Для вычисления прогноза в режиме реального времени используется текущий режим функционирования сплайна, т.е. звено сплайна вычисляется при поступлении нового значения с использованием  $h-1$  предыдущих значений.



## Результаты прогноза

В данной работе исследования проведены с использованием наборов данных ежедневно регистрируемых новых заболеваний COVID-19 в России. Данные взяты с сайта некоммерческого электронного проекта Our World in Data, публикующего данные о глобальных проблемах человечества [5]. Анализируемый временной ряд содержит значения за период с 31.01.2020 по 25.12.2021.

В качестве основного показателя точности прогноза использована оценка RMSE, дополненная процентным нормированием – RMSPE.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2} \cdot \frac{100}{y_{\max} - y_{\min}}, \quad (2)$$

где  $(\hat{y}_i - y_i)$  – разность между прогнозируемым и реальным значением.

Для исследования глубина  $h$  предистории выбрана равной  $h = 10$ . Сглаживающий параметр  $\rho$  нормирован в диапазоне  $[0,1]$ . На рисунке 1 представлен график фрагмента данных, отражающий реальные данные, 3 варианта прогноза для значений  $\rho$ : 0,2, 0,5 и 0,9. Также на рисунке приведены значения соответствующих RMSPE-ошибок. Наилучшая оценка  $RMSPE = 1,82$  соответствует прогнозу на основе сплайна с  $\rho = 0,5$ . Если сравнивать поведение этой кривой с кривой реальных данных, она довольно сглаженная, не имеет резких скачков. Но визуально красная кривая ( $\rho = 0,9$ ) больше соответствует кривой реальных данных, повторяя скачки.

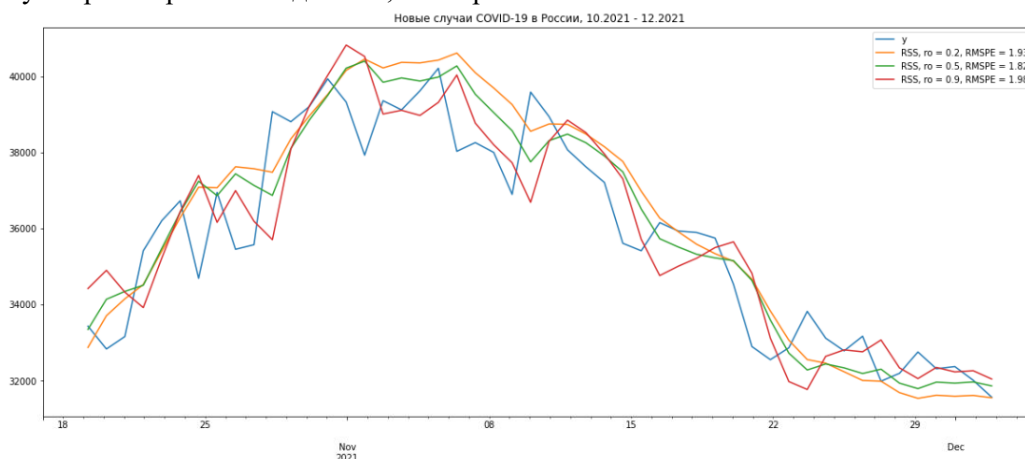


Рис. 1. Новые случаи COVID-19 в России, 10.2021 – 12.2021.

## Заключение

В результате выполнения исследований был реализован алгоритм прогнозирования на основе штрафного P-сплайна на языке программирования Python. Полученный подход показал вполне допустимый результат: оценка точности RMSPE не превосходит 2%. При этом алгоритм показал лучший результат по сравнению с результатами, полученными другими авторами с использованием модели нейросетей в области прогнозирования пандемийных данных.

## Список использованных источников

1. Харин Ю.С., Волошко В.А., Дернакова О.В., Малогин В.И., Харин А.Ю. Статистическое прогнозирование динамики эпидемиологических показателей заболеваемости COVID-19 в Республике Беларусь. – Журнал Белорусского государственного университета. Математика. Информатика. 2020, №3, С. 36–50.
2. De Carvalho, K.C.M., Vicente, J.P., Teixeira, J.P., COVID-19 Time Series Forecasting – Twenty Days Ahead. Procedia Computer Science – 2022. – vol. 196. – P. 1021-1027.
3. Alassafi, M.O., Jarrah, M., Alotaibi, R. Time series predicting of COVID-19 based on deep learning. Neurocomputing. – 2022. – vol. 468. – P.335-344.
4. Кочегурова, Е.А. Гибридный подход для краткосрочного прогнозирования временных рядов на основе штрафного P-сплайна и эволюционной оптимизации /Е.А. Кочегурова, Е.Ю. Репина, О.Б. Цехан // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44, № 5. – С. 821- 829. – DOI: 10.18287/2412-6179-СО-667.
5. Russia: Coronavirus Pandemic Country Profile. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ourworldindata.org/coronavirus/country/russia#how-many-tests-are-performed-each-day> (дата обращения: 18.01.2022).

# STATISTICAL ANALYSIS OF THE SPARK FRAMEWORK

*M.E. Khalil, Master's TPU, group 8IIM111*  
*M.A. Popova, Master's TPU, group 8IIM111*  
*Tomsk polytechnic university*  
Email: map37@tpu.ru, km\_01@tpu.ru

## Introduction

Big data as a science is developing very rapidly in our time due to the large amount of data. In addition to the variety of tools for data analysis, the speed of analysis is also important. This article describes the capabilities of the Spark framework, which combines both: features and speed of analysis. It is described how it uses in-memory calculations, which makes it significantly faster compared to other related frameworks. Apache Spark is a framework to do the big data processing distribution across clusters. It provides in memory computations which increases speed and process over MapReduce. Apache Spark considers to be a Hadoop's sub project that developed in 2009 by Matei Zaharia in UC Berkeley's AMPLab [1]. Spark was introduced for speeding up Hadoop's computing process. Hadoop handle the data load by distributing it to multi nodes in a cluster. It deals with data in batches, Kafka undertakes the data in stream as it moves into the system. Spark can handle the data in both ways.

## How does Apache Spark Work?

Spark works like Hadoop's MapReduce engine. But it overcomes MapReduce's performance due to the in-memory computation ability that Spark uses compared with the tradition read and write from HDFS that MapReduce uses. Spark can run on Standalone mode (Handling clustering management itself) or combined with Hadoop (Using Yarn cluster manager) to replace MapReduce engine. Spark interacts with the storage (HDFS) only for two tasks, read the initial data and to store the final results (Batch processing). All other data handling process in the memory. To support the in-memory computation, Spark uses Resilient Distributed Datasets (RDD). Spark provides stream data processing also. It treats the data as a group of very small batches (Micro-batching) [2]. Even if the micro-batching technique works very well, it could still lead to some performance issues when compared with a true stream processing framework.

## Apache Spark Advantages

1. Speed: Apache spark is 10 - 100 times faster than Hadoop thanks to RDD and in-memory computation [2].
2. Usability: Spark enables to write applications in Scala, Java, Python and R.
3. Advanced Analytics: Spark utilizes a complicated analytics computation such as ML and graph algorithms.
4. Runs everywhere: Spark can run on various platforms (Hadoop yarn, Mesos. Ec2, Kubernetes or standalone) and with storage systems (HDFS, Cassandra, HBase)
5. In-memory Computation: Spark keeps data in RAM.
6. Real-time stream processing: Spark can operate data processes on real-time manner for data streaming.

The figure 1 shows the different components of Spark [1]. In the original paper of spark [3], they compared the performance of logistic regression with Hadoop. Using a 29 GB dataset on 20 "m1.xlarge" EC2 nodes with 4 cores each.

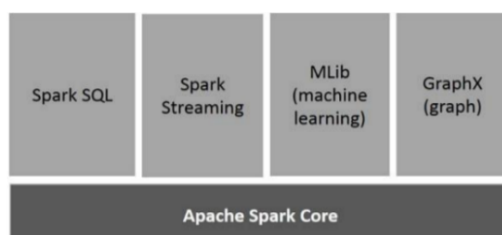


Fig. 1. Apache Spark Architecture includes Apache Spark core with the Higher four component

With Hadoop, each iteration takes 127s because it runs as an independent MapReduce job. With spark, the first iteration takes 174s, but subsequent iterations take only 6s, each because they reuse cached data. This allows the job to run up to 10x faster (figure 2 shows the result).

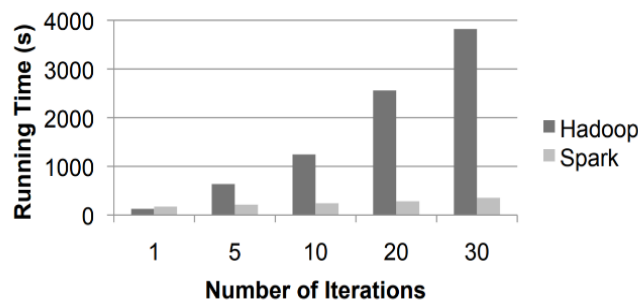


Fig. 2. The comparison in performance between Spark and Hadoop in applying a Logistic Regression task with different Iterations

In other paper [4] They compare the performance for applying the K-Means algorithm between Spark (MLlib) and Apache Mahout (MapReduce). The result shows in the tables 1 and 2.

Table 1. Result for K-Means using Spark (MLlib)

Dataset Size	Nodes	Time (s)
62MB	1	18
1240MB	1	149
1240MB	2	85

Table 2. Result for K-Means using MapReduce (Mahout)

Dataset Size	Nodes	Time (s)
62MB	1	44
1240MB	1	291
1240MB	2	163

They considered 64MB, 1240MB with a single node and 1240MB with two nodes and monitored the performance in terms of the time taken for clustering using K-Means algorithm. The machines used had a configuration as follows: 4 GB RAM, Linux Ubuntu, 500 GB Hard Drive.

The results clearly showed that Spark’s performance is higher (in term of time) up to three times as compared to MapReduce.

### Conclusion

Based on the statistical analysis, the spark framework along with its various components proves to be beneficial and provides more accuracy and faster computation ability when compared with other frameworks.

### References

1. V Srinivas Jonnalagadda, P Srikanth, Krishnamachari Thumati, Sri Hari Nallamala, “A Review Study of Apache Spark in Big Data Processing”, International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCSST) – Volume 4 Issue 3, May - Jun 2016.
2. Eman Shaikh, Iman Ahmed Mohiuddin, Yasmeen Alufaisan, Irum Nahvi, “Apache Spark: A Big Data Processing Engine”, Conference: 2019 2nd IEEE Middle East and North Africa COMMUNICATIONS Conference (MENACOMM).
3. Matei Zaharia, Mosharaf Chowdhury, Michael J. Franklin, Scott Shenker, Ion Stoica, “Spark: Cluster Computing with Working Sets”, University of California, Berkeley.
4. S. Gopalani and R. Arora, “Comparing Apache spark and map reduce with performance analysis using k-means,” International Journal of Computer Applications, vol. 113, pp. 8–11, 03 2015.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРА В КАЧЕСТВЕ ПРИЗНАКА ДЛЯ МОДЕЛИ КЛАССИФИКАЦИИ ДОРОЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

*И.А. Рыбаченко, студент гр. 8ПМОИИ,  
А.Ю. Кайда, ассистент ОИТ  
Томский политехнический университет  
E-mail: iar12@tpu.ru*

## Введение

Существует задача классификации поверхности, по которой движется мобильный колёсный робот. Знание типа поверхности может быть полезно, например, для создания карты местности [1] или для локализации робота на местности [2]. Задача классификации дорожной поверхности может быть решена созданием модели машинного обучения. Одним из важнейших параметров, влияющих на качество модели является набор используемых признаков. Ряд работ в качестве одного из признаков использует данные акселерометра.

Целью данной работы является описание существующих подходов к использованию данных акселерометра в качестве признака для модели классификации дорожной поверхности.

## Получение данных

Акселерометр производит данные в формате зависимости амплитуды ускорения от времени. При цифровой обработке сигнала, данные преобразуются в дискретную форму. Частота дискретизации варьируется от исследования к исследованию. В работе [3] частота дискретизации составляет 100Гц. Полученные с акселерометра данные разбиваются на фрагменты. Фрагменты могут как пересекаться [3], так и не пересекаться [4]. В работе [4] ширина фрагмента составляет 1 секунду. Число измерений, попавших в фрагмент определяется его длительностью и выбранной частотой дискретизации.

Для формирования набора признаков могут использоваться как все 3 оси акселерометра [5], так и ось Z в отдельности [6]. Оба варианта встречаются с одинаковой частотой.

## Преобразование данных

Применив к данным акселерометра дискретное преобразование Фурье (DFT), можно преобразовать их из time domain во frequency domain. Указанные формы представления данных акселерометра используются как по отдельности [7], так и совместно [8]. К frequency domain может быть применён метод Уэлча для получения power spectral density (PSD) [6], при этом полученные значения логарифмируются.

Альтернативой дискретному преобразованию Фурье является дискретное вейвлет преобразование (DWT) [9].

## Формирование набора признаков

Для каждого фрагмента независимо формируется набор признаков. Существует 2 подхода к созданию набора признаков:

- сократить размер фрагмента до фиксированного числа элементов
- рассчитать статистические характеристики фрагмента

Для сокращения размера фрагмента до фиксированного числа элементов могут быть применены следующие методы:

- оставить вектор как есть [10]
- сделать равномерную выборку элементов [3]
- применить PCA [11]
- провести отбор признаков [12]
- ограничить частоты фиксированным диапазоном [13]

Статистические характеристики могут быть рассчитаны как для time domain, так и для frequency domain. Наиболее широкий набор характеристик представлен в исследовании [8].

Для фрагмента, выраженного в time domain, наиболее часто используются статистические характеристики, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Наиболее часто используемые статистические характеристики

Характеристика	Формула	Характеристика	Формула
Среднее значение	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	Коэффициент эксцесса	$\frac{(n-1) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2]^2}$
Максимальное значение	$\max(x)$	Минимальное значение	$\min(x)$
Стандартное отклонение	$\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	Норма	$\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}$

### Заключение

В результате работы был проведён обзор существующих подходов к формированию набора признаков из данных акселерометра. Отмечено два варианта представления данных – time domain и frequency domain. Для формирования набора признаков могут быть использованы как сами данные, так и полученные из них статистические характеристики.

### Список использованных источников

1. Brooks, C. A. Self-supervised terrain classification for planetary surface exploration rovers [Electronic resource] / C. A. Brooks, K. Iagnemma // Journal of Field Robotics. — 2012. — Vol. 29, № 3. — P. 445-468. — Available from: <https://doi.org/10.1002/rob.21408>.
2. Localization of LHD Machines in Underground Conditions Using IMU Sensors and DTW Algorithm [Electronic resource] / P. Stefaniak [et al.] // Applied Sciences. — 2021. — Vol. 11, № 15. — P. 6751. — Available from: <https://doi.org/10.3390/app11156751>.
3. Frequency-Temporal Disagreement Adaptation for Robotic Terrain Classification via Vibration in a Dynamic Environment [Electronic resource] / C. Cheng [et al.] // Sensors. — 2020. — Vol. 20, № 22. — P. 6550. — Available from: <https://doi.org/10.3390/s20226550>.
4. Deep Multi-Layer Perception Based Terrain Classification for Planetary Exploration Rovers [Electronic resource] / C. Bai [et al.] // Sensors. — 2019. — Vol. 19, № 14. — P. 3102. — Available from: <https://doi.org/10.3390/s19143102>.
5. Terrain Classification Using Neural Network Based on Inertial Sensors for Wheeled Robot [Electronic resource] / A. Skoczylas [et al.] // Recent Challenges in Intelligent Information and Database Systems. — 2021. — P. 429-440. — Available from: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-1685-3\\_35](https://doi.org/10.1007/978-981-16-1685-3_35).
6. Supervised Terrain Classification with Adaptive Unsupervised Terrain Assessment [Electronic resource] / A. Kurup [et al.] // SAE Technical Paper Series. — 2021. — Available from: <https://doi.org/10.4271/2021-01-0250>.
7. Weiss, C. Vibration-based Terrain Classification Using Support Vector Machines [Electronic resource] / C. Weiss, H. Frohlich, A. Zell // 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. — 2006. — Available from: <https://doi.org/10.1109/iros.2006.282076>.
8. Learning-Based Terrain Identification With Proprioceptive Sensors for Mobile Robots [Electronic resource] / R. Zeng [et al.] // IEEE Transactions on Industrial Electronics. — 2021. — Vol. 68, № 9. — P. 8433-8443. — Available from: <https://doi.org/10.1109/tie.2020.3013798>.
9. Wang, M. Adaptive online terrain classification method for mobile robot based on vibration signals [Electronic resource] / M. Wang, L. Ye, X. Sun // International Journal of Advanced Robotic Systems. — 2021. — Vol. 18, № 6. — P. 172988142110620. — Available from: <https://doi.org/10.1177/17298814211062035>.
10. Bai, C. Three-Dimensional Vibration-Based Terrain Classification for Mobile Robots [Electronic resource] / C. Bai, J. Guo, H. Zheng // IEEE Access. — 2019. — Vol. 7. — P. 63485-63492. — Available from: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2916480>.
11. Dupont, E. The identification of terrains for mobile robots using eigenspace and neural network methods [Электронный ресурс] / E. Dupont, R. Roberts, C. Moore // 2006 Florida Conference on Recent Advances in Robotics. — 2006. — Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/228357712\\_The\\_identification\\_of\\_terrains\\_for\\_mobile\\_robots\\_using\\_eigenspace\\_and\\_neural\\_network\\_methods](https://www.researchgate.net/publication/228357712_The_identification_of_terrains_for_mobile_robots_using_eigenspace_and_neural_network_methods).
12. Zhao, K. A New Terrain Classification Framework Using Proprioceptive Sensors for Mobile Robots [Electronic resource] / K. Zhao, M. Dong, L. Gu // Mathematical Problems in Engineering. — 2017. — Vol. 2017. — P. 1-14. — Available from: <https://doi.org/10.1155/2017/3938502>.
13. Sadhukhan, D. Terrain estimation using internal sensors [Электронный ресурс] / D. Sadhukhan, C. Moore, E. Collins // Series on robotics and manufacturing. — 2004. — Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/247713737\\_Terrain\\_estimation\\_using\\_internal\\_sensors/related](https://www.researchgate.net/publication/247713737_Terrain_estimation_using_internal_sensors/related).

## ВАЖНОСТЬ ПРЕДИКТОРОВ ПАЦИЕНТОВ С КЛЕЩЕВЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ

*В.С. Сафронов, магистрант гр. 8ПМОИ1,  
Е.В. Сафронова, аспирант гр. А0-36  
С.В. Аксёнов, к.т.н., доц. ОИТ ИШИТР  
Томский политехнический университет  
E-mail: vss75@tpu.ru*

### Введение

Исследования клещевых инфекций берут своё начало с непосредственного открытия инфекций, переносчиками которых являются клещи. В России первые описания клещевого энцефалита (КЭ) были сделаны в 1894 г. [1]. Болезнь Лайма (иксодовый клещевой боррелиоз, ИКБ) впервые описана в 1975 году как локальная вспышка артритов в г. Лайм (США) [2]. Ежегодно в регионах, климат которых благоприятен для существования данных насекомых, фиксируются случаи заражения. Несмотря на то, что данные заболевания известны человечеству более полувека и для каждого отдельного вируса и инфекции разработана методика лечения, некоторые случаи являются непредсказуемыми. Тяжелая форма заболевания может привести к инвалидизации и летальному исходу. В настоящее время благодаря развитию и широкому распространению информационных технологий, помимо хорошо известных специалистам в сфере медицины методов диагностики и контроля заболеваний, применяются инструменты аналитики данных и машинного обучения, что позволяет находить между теми или иными признаками пациентов неизвестные ранее зависимости, закономерности. Цель исследования – определение степени важности предикторов пациентов с клещевыми инфекциями.

### Основная часть

Набор данных содержит информацию о 193 пациентах с диагнозами КЭ, ИКБ и микст. В результате чистки данных из более 150 было отобрано 97 признаков, которые характеризуют антропометрические характеристики пациентов, показатели анализов крови, информация о наличии тех или иных отклонений в состоянии здоровья, наличии сопутствующих заболеваний и т.д. Для обучения моделей классификации набор данных предварительно был разделен на обучающую и тестовую выборки в соотношении 0,7 к 0,3, соответственно. Для классификации использовались такие ансамблевые методы, основанные на деревьях решений, как случайный лес и градиентный бустинг. Эффективность работы обученных моделей была оценена с помощью таких метрик качества, как чувствительность и специфичность. Под чувствительностью понимают долю положительных результатов, которые правильно идентифицированы как таковые. Специфичность представляет собой долю отрицательных результатов, которые правильно идентифицированы как таковые. Учитывая тот факт, что классификация производится по трём диагнозам, то метрики рассчитываются для каждого из них. В качестве положительных классов выступает каждый конкретный диагноз, а отрицательные классы – это количество пациентов с другими двумя диагнозами. В таблице 1 указаны средние значения рассчитанных метрик по всем трем классам.

Таблица 1. Метрики качества работы моделей классификации

Алгоритм классификации	Чувствительность	Специфичность
Случайный лес	0,804	0,788
Градиентный бустинг	0,803	0,799

В 80,4% и в 80,3% случаев пациенты верно отнесены к определенному диагнозу и в 78,8% и в 79,9% случаев верно определено, что к данному диагнозу пациенты не относятся, случайным лесом и градиентным бустингом, соответственно. Помимо оценки качества обучения моделей также было проведено ранжирование предикторов по степени важности влияния на результат классификации. Для этого применялся такой метод интерпретации моделей машинного обучения, как SHAP (Аддитивные объяснения Шепли). Аппроксимация векторов Шепли, служащих для определения оптимального распределения выигрыша между игроками в теории игр, является результатом оценки важности предикторов методом SHAP [3]. На рисунках 1 и 2 представлена визуализация важности предикторов по отношению к диагнозу согласно SHAP значениям для моделей случайный лес и градиентный

бустинг, соответственно. В список наиболее важных признаков вошли жалобы: Светобоязнь, Тошнота, Заторможенность, Сыпь, Слабость, Боли в мышцах, Головная боль, Боли в суставах; отклонения в состоянии: Ригидность затылочных мышц, Наличие эритемы на месте укуса, Покраснение миндалин, Симптом Кернига, Поза Ромберга; анализы крови: BAS%, LYM%, NEU%, RBC, HGB, EOS%, WBC.

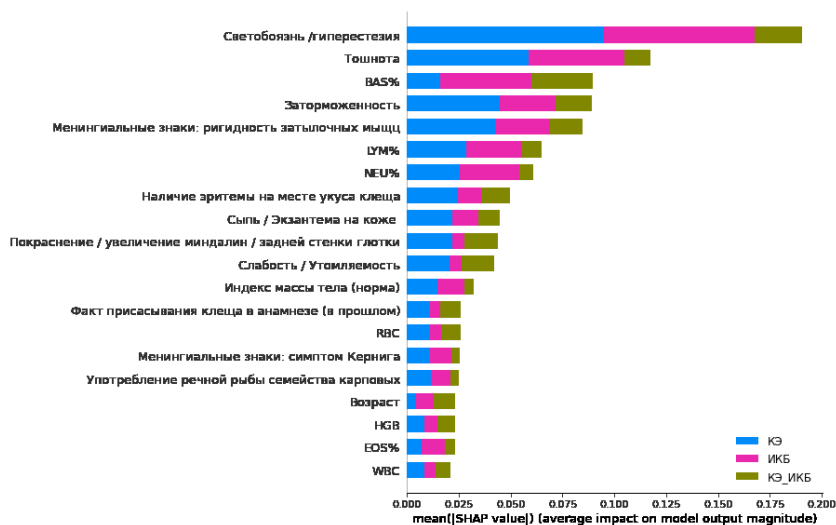


Рис. 1. Степень важности признаков модели «Случайный лес»

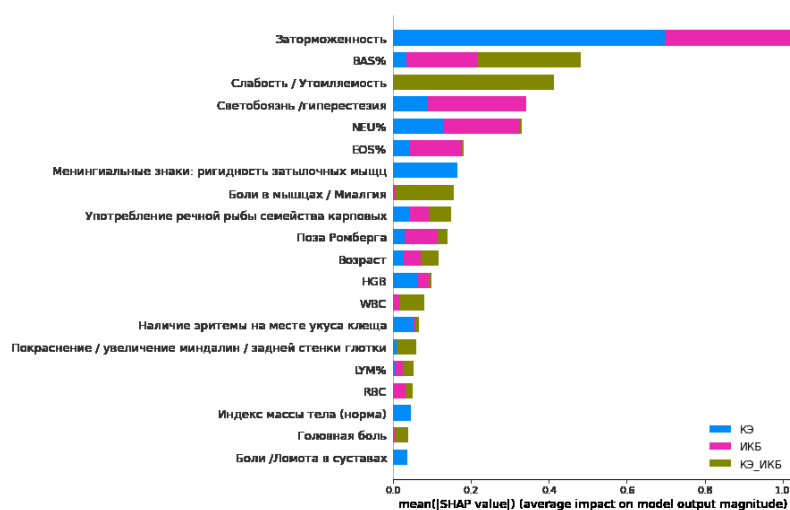


Рис. 2. Степень важности признаков модели «Градиентный бустинг»

## Заключение

В результате проведения исследования можно сделать вывод о том, что используемые модели классификации показали приблизительно одинаковые результаты. Чувствительность случайного леса выше на 0,1%, а специфичность градиентного бустинга выше на 1,1%. Что касается важности предикторов, такие показатели, как Светобоязнь, Заторможенность, содержания в крови базофилов (BAS%) являются наиболее важными для обеих моделей.

## Список использованных источников

1. Осторожно – клещевой энцефалит! // Министерство здравоохранения Хабаровского края [Электронный ресурс]. – URL: <https://zdrav.khv.gov.ru/node/178> (20.01.2022).
2. Диагностика, лечение и профилактика клещевого энцефалита и иксодового клещевого боррелиоза у военнослужащих МО РФ: методические указания / составители: К. В. Жданов [и др.] – Москва: МО РФ, 2018. – 62 с.
3. Интерпретируй это: метод SHAP в Data Science // Чернобровов Алексей – аналитик [Электронный ресурс]. – URL: <https://chernobrovov.ru/articles/interpretiruj-eto-metod-shap-v-data-science.html> (10.02.2022).

# ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАТЕНТНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ДИРИХЛЕ В КОНТЕКСТЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ НА РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

*А.В. Семенюта, студент гр. 8ПМ11,  
А.Ю. Кайда, ассистент ОИТ ИШИТР  
Томский политехнический университет  
E-mail: avsl83@tpu.ru*

## **Введение**

Важная задача интеллектуального анализа текста состоит в том, чтобы найти в большой коллекции текстов документы, относящиеся к определенным темам, а затем определить дальнейшую структуру среди найденных текстов. Зачастую для решения этой задачи применяется латентное размещение Дирихле (LDA), модель, придающая нечёткость определяемым темам, что полезно для совладания с гибкостью языка.

Целью данной работы является исследование использования латентного размещения Дирихле в контексте тематического моделирования в работах зарубежных и российских авторов. В ходе работы была исследована 21 статья, касающаяся LDA-модели и тематического моделирования.

## **Обзор работ по тематическому моделированию текстов на английском языке**

За время использования и развития модели латентного размещения Дирихле было создано множество модификаций данной модели. В частности, модификации касаются следующих пунктов: адаптация внутренней структуры модели; модификация алгоритма обучения модели; разработка новых алгоритмов по мотивам LDA и их сравнение с предыдущими.

Для создания временных рядов тем создан алгоритм RollingLDA, позволяющий проследить в режиме реального времени изменения и нарушения в структуре наблюдаемых текстов [1].

Для назначения темы не только словам, но и сгруппированным объектам, будь то твиты в Twitter или видео на Youtube, была разработана модель логистического LDA.

Была придумана модель, адаптированная для работы в децентрализованных сетях и оптимизированная таким образом, чтобы сохранять производительность при использовании стохастических методов.

Для эффективного параллельного обучения модели на больших корпусах разработан дважды разреженный массивно параллельный сэмплер, в противоположность сэмплированию по Гиббсу.

Ещё одной модификацией алгоритма обучения модели является дискриминационный подход к обучению для модели контролируемого латентного размещения Дирихле (LDA) с использованием обратного распространения (BP-SLDA), который максимизирует апостериорную вероятность переменной прогнозирования с учетом входного документа [2].

Помимо этого, был разработан быстрый и точный пакетный алгоритм активного распространения убеждений (ABP) для обучения LDA. Для обработки массивных корпусов с большим количеством тем обучающая итерация пакетных алгоритмов LDA часто неэффективна и отнимает много времени. Чтобы ускорить скорость обучения, ABP активно сканирует подмножество корпуса и выполняет поиск в подмножестве тематического пространства для тематического моделирования.

Одной из проблем при обучении являются “эффекты порядка”, то есть при перетасовке обучающих данных генерируются разные темы. LDADE - метод на основе дифференциальной эволюции, благодаря которому распределения, генерируемые LDA, становятся более стабильными.

Для более эффективного обучения модели на больших корпусах интерпретируемых тем разработана встроенная тематическая модель (ETM), которая эффективнее LDA обнаруживает поддающиеся интерпретации темы даже с большим словарным запасом, включающим редкие слова и стоп-слова.

Были проведены множественные сравнения алгоритма LDA с аналогами на разных задачах. К примеру, при сравнении работы динамического латентного размещения Дирихле (D-LDA) с динамической встроенной тематической моделью (D-ETM) на документах из области права и науки более эффективным оказался последний [3].



## Обзор работ по тематическому моделированию текстов на русском языке

В данной секции работы, как правило, более прикладные. В большинстве случаев представляются не модификации алгоритма как такового, а анализ, сделанный с помощью тематической модели, и системы на основе рассматриваемой модели.

С помощью алгоритма LDAMultiCore (модификации LDA для работы на множестве ядер) было проанализировано развитие поэтических традиций избранных тем и сравнено с траекториями традиций других языков.

С помощью LDA с определенными модификациями были проанализированы изменения в тематической структуре Живого Журнала после выборов 2011 года. В работе применен метод оценки диахронических изменений, основанный на результатах применения стандартного LDA, позволяющий отслеживать временные изменения в коллекции текстов [4].

Группой ученых был разработан фрактальный подход для определения оптимального количества тем в области тематического моделирования. Численные результаты были представлены для трех моделей: PLSA, ARTM, and LDA.

В одной из работ был представлен обобщенный алгоритм обучения для вероятностных тематических моделей (PTM). Многие известные и новые алгоритмы для моделей PLSA, LDA и SWB могут быть получены в качестве его особых случаев, выбрав подмножество следующих “опций”. Была создана устойчивая тематическая модель, которой не нужна регуляризация Дирихле.

Был собран текстовый корпус среднего уровня конфликтной дискуссии в Twitter, и проанализирована интерпретируемость тем с помощью моделей LDA, WNTM и BTM. Их качество оценивалось как с помощью автоматизированных средств, так и с помощью ручных.

В одной из работ обозреваются различные конвейеры предварительной обработки для тематического моделирования, и выделяется модель LDA-Mallet, которая демонстрирует лучшую производительность. Корпус был составлен из комментариев к различным курсам на Coursera и подборки постов из Twitter [5].

Как правило, для выделения удачности получившихся с помощью LDA тем использовалось ручное выделение. В одной из работ рассматривается первый автоматизированный неконтролируемый анализ моделей LDA для определения нежелательных тем от законных и ранжирования значимости темы.

## Заключение

В результате исследования работ, связанных с LDA и тематическим моделированием, можно выделить следующие пункты:

1. LDA является одной из популярных тематических моделей.
2. LDA имеет большое количество модификаций, решающих различные проблемы.
3. Большое количество работ, связанных с анализом тем исследуемых документов, используют в своей основе модель LDA.
4. Существует различие между тематикой работ по тематическому моделированию текстов на разных языках: так, работы по моделированию англоязычных текстов обычно рассматривают модификации алгоритма, в то время как работы по моделированию русскоязычных текстов акцентируют внимание на использование алгоритма в анализе и построении прикладных систем.

## Список использованных источников

1. J. Rieger, C. Jentsch, J. Rahnenfuhrer. RollingLDA: An Update Algorithm of Latent Dirichlet Allocation to Construct Consistent Time Series from Textual Data. – Findings (EMNLP), 2021.
2. J. Chen, J. He, Y. Shen, L. Xiao, X. He, J. Gao, X. Song, L. Deng. End-to-end Learning of LDA by Mirror-Descent Back Propagation over a Deep Architecture. – NeurIPS, 2015.
3. A. Dieng, F. Ruiz, D. Blei. The Dynamic Embedded Topic Model. – arXiv preprint arXiv 1907.05545, 2019.
4. K. Maslinsky, S. Koltcov, O. Koltsova. Changes in the Topical Structure of Russian-Language LiveJournal: The Impact of Elections 2011. – Higher School of Economics Research Paper No. WP BPR 14/SOC/2013, 2013.
5. D. Bogoradnikova, O. Makhnytkina, A. Matveev, A. Zakharova, A. Akulov. Multilingual Sentiment Analysis and Toxicity Detection for Text Messages in Russian. – 29th Conference of Open Innovations Association (FRUCT), 2021.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА DEERPAVLOV ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ ИЗ МЕДИЦИНСКИХ НАБОРОВ ДАННЫХ

Д.Е. Соколовский, аспирант  
Томский политехнический университет  
С.А. Землянский, аспирант  
Томский государственный университет  
E-mail:des16@tpu.ru

## Введение

В работе рассматриваются инструменты для выявления именованных сущностей, обучение своей модели на существующей, а также тестирование работы модели на медицинских наборах данных (дневниках пациентов) для их дальнейшего структурирования.

Именованная сущность — это слово или словосочетание, обозначающее предмет или явления определенной категории. В понятие именованных сущностей входят имена людей, названия организаций, локаций и другие [1].

Пример извлечения именованных сущностей представлен на рисунке 1.

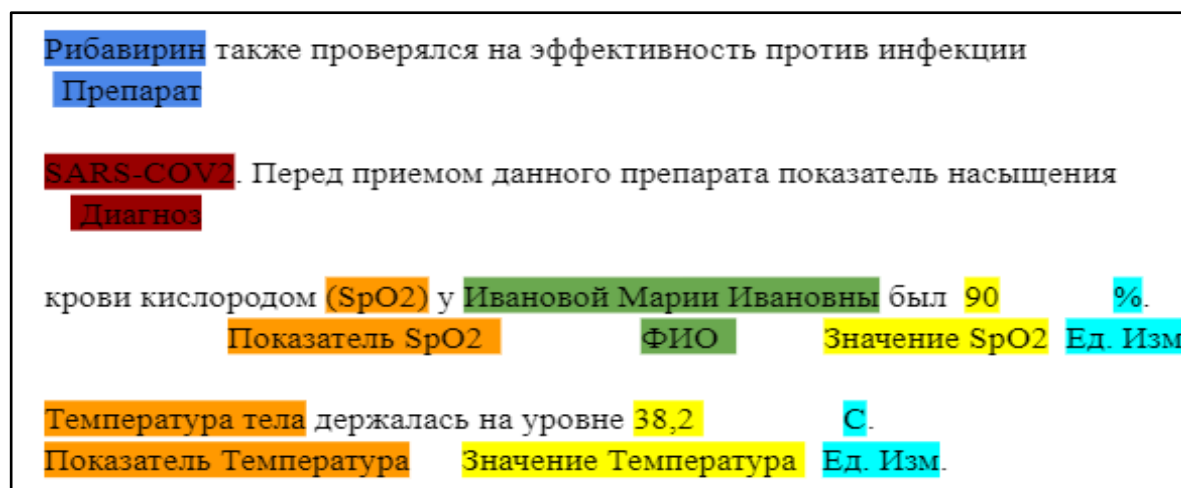


Рис. 1. Извлечение именованных сущностей

Выделяется несколько инструментов для выявления именованных сущностей, работающие с русским языком и python:

- DeepPavlov BERT NER: SOTA-система (наилучшие на данный момент результаты) для русского языка – имеет возможность обучения [2];
- slovnet BERT NER: аналог DeepPavlov BERT NER + дистилляция
- через синтетическую разметку (Nerus) в WordCNN-CRF с квантованными эмбедингами (Navec) + движок для инференса на NumPy [3];
- spaCy: предлагает tok2vec и Multilingual BERT. Также, пользователь может самостоятельно выбрать предобученную модель из списка на HuggingFace [4].

## Описание и тестирование алгоритма

В данной работе нам был рассмотрен инструмент DeepPavlov BERT (версия 0.17.2) и протестирован на практике [5].

С помощью него будут извлекаться частные сущности и их значения, созданной с помощью машинного обучения моделью, которая обучается на примере дневников пациентов, а также выявляться даты и имена для структурированного и быстрого получения медицинских данных.

Разметка для обучения производилась путем определения группы каждой сущности “Температура тела” определена как TEMP, значение температуры, например 37,2, TEMPVALUE, а единица измерения, например “градусы”, TEMPMETR. “Артериальное давление” определено

аналогично AD, значение, например 120/80, ADVALUE, а единица измерения, например “мм. рт. ст.”, ADMETR), а также дата, как (DATE), а частота дыхательных движений, как CHDD. Весь остальной размеченный текст помечается «О».

Для тестового анализа были подготовлены 3 файла (train.txt, valid.txt, test.txt), в виде размеченного текста.

Для работы с библиотекой DeepPavlov необходимо выбрать модель языка для работы с текстом. Была выбрана ner\_ontonotes\_bert\_mult, т.к. она является мультиязычной и содержит не только русский язык, но в том числе имеется поддержка английского языка, что очень важно для обработки медицинских данных, которые могут иметь не только термины русского языка [6]. После этого разрабатывается собственная модель для выявления именованных сущностей на основе уже имеющийся, которая обучается на подготовленных данных и на тестовом этапе показывает f1 меру на уровне около 75% (в качестве ошибок, были, например следующие, неправильно определена именованная сущность частота дыхательных движений (ЧДД), вместо нее определилась “ЧСС”).

На первом этапе мы получаем числовые значения и через них получить информацию к какой сущности относится данное значение. Но изначально для того, чтобы поместить в модель нужные нам данные, мы проводим автоматизированную предобработку оригинального текста и помещаем все нужные нам слова и значения в кавычки.

А уже после этого помещаем в модель и получаем значения именованных сущностей, таких как (ADVALUE и TEMPVALUE).

Получая эти данные, мы формируем json файл, структурируя оригинальный дневник пациента, который представлен на рисунке 2.

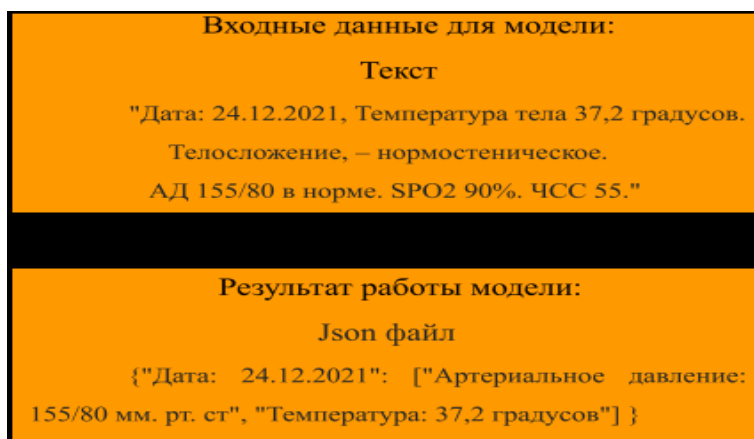


Рис. 2. Процесс формирования json файла

## Заключение

По результатам экспериментов были рассмотрены популярные инструменты по выявлению именованных сущностей, выбран для исследования и тестирования работы DeepPavlov BERT (версия 0.17.2), который имеет в своем функционале возможность обучения собственных моделей на своем наборе данных, обучена собственная модель и протестирована на медицинском тексте. Данная модель на тестовом этапе имеет показатель f1-меры 0,75.

## Список использованных источников

1. A Deep Neural Network Model for the Task of Named Entity Recognition Anh Le, Mikhail S. Burtsev. International Journal of Machine Learning and Computing vol. 9, no. 1, pp. 8-13, 2019.
2. DeepPavlov [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/deepmipt/DeepPavlov> (дата обращения: 15.01.2022).
3. Slovnet [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/natasha/slovnet> (дата обращения: 15.01.2022).
4. Spacy [Электронный ресурс]. – URL: <https://spacy.io> (дата обращения: 15.01.2022).
5. Goal-Oriented Multi-Task BERT-Based Dialogue State Tracker Pavel Gulyaev, Eugenia Elistratova, Vasily Kononov, Yuri Kuratov, Leonid Pugachev, Mikhail Burtsev. AAAI - 20, 2020.
6. Маслова М. А., Дмитриев А. С., Холкин Д. О. Методы распознавание именованных сущностей в русском языке: Инженерный вестник Дона, 2021. – № 7(79) – 3–105 с.

## APPROACHES TO KNOWLEDGE EXTRACTION FROM SCIENTIFIC TEXTS

*A O Savelyev, Associate Professor  
I. B. Soliev, PhD student group AI-06  
Tomsk Polytechnic University  
E-mail: ibs2@tpu.ru*

### Introduction

The tendency towards scientific papers is growing annually, which plays the main role in the research fields. Among the most popular used web pages to investigate scientific papers were: Web of Science, Scopus, Springer, ResearchGate according to the scientific factors (citation bases, tags, research management). In addition, the amount of scientific information made available to the public and converted to the big data category makes it difficult to analyze, refine and adjust scientific and technical priorities at the State level. Thus, the task of developing mathematical and algorithmic tools to extract knowledge from scientific texts to automate the processes of classification and assessment of the significance of scientific texts, identifying the degree of association and mutual influence of promising areas of research and visualization of the structure of scientific activities in order to support decision making in managing scientific activities.

### Methodology

The task of extracting structured data from Web pages would be much simpler if there was a single standard for building sites. However, there are no such standards, all the web pages are diverse by the fantasy of web developers. Only thing that unites them is HTML, which defines the appearance of a Web page element, except cannot describe the rest of the contents.

In the overall outlook, extraction of structured related data with web page comes down to successive decision of five objectives [2]:

- Search and receiving of target pages for data extraction;
- Recognition of sections containing the essential data;
- Finding the structure of the data found;
- To ensure the homogeneity of the data to be extracted;
- Combining data from different sources.

Within the framework of this paper, is an examines the peculiarities of using scientometrics and techniques to extract data for further processing and analysis.

Methods of intelligent scientific data analysis include the use of various metrics based on statistical data, heuristic and iterative algorithms, machine learning algorithms, semantic analysis, recognition algorithms - a rich arsenal of mathematical algorithms [3].

### Peculiarities of resources and metrics to data extraction from web pages

The feature of digital data is that they are initially, inevitably, somehow structured. Systematization of digital data occurs almost simultaneously with accumulation (sometimes natural, short-range solutions are present). Integration and data update are independent tasks, as this is due to duplication of data and the establishment of accessories (authorship) of information. The consequence of these features is the difficulty of obtaining reliable, actual information to extract knowledge from it to meet the information needs of the user. Issues of selection of search engines, databases, search criteria, etc. In general, it is the problem of preserving and extracting true and reliable information about nature and man. At the same time, it is known that the growth of scientific publications retains exponential nature and for scientific work, it is necessary to cover this data stream. Therefore, an improvement in the search using metrics continues to be one of the priority directions of accumulation and structuring of digital data.

To estimate data and search for information systems are used:

- Scientific characteristics in sections of collections of scientific publications to assess the publication activity [5];
- Metrics of advertising potential in social networks to assess user needs and marketing [6];
- Metrics associated with a professional profile in special information business resources.

As one of the examples of a modern approach to preserving and extracting knowledge, the TechOpedia project can be noted, where an array of scientific and commercial publications and projects is accumulated on various sections of information technologies. This project is at the heart of the data systematization of substantive domains.

It should be mentioned that "knowledge spaces", open and closed encyclopedias [7], built on ontology and subject areas of the thesaurus, hardly use metrics of visits and citations. Figure 1 shows some illustrations of popular metrics indicators in collections (databases) of publications. Main indicators: Citation of publication (above-better), H-index of the author (more-better), journal quartile (Q1 - better than Q4).

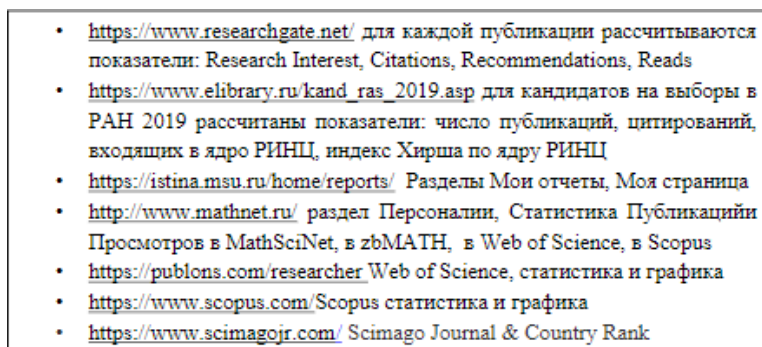


Fig. 1. Examples of scientometric metrics in publications databases

From the point of view of maintaining and retrieving knowledge, it does not matter from which sources information is received, it matters just how the scientific expert community is involved in the process of assessing the quality of the knowledge gained. In this sense, metrics in science and in applications that use artificial intelligence systems are especially interesting [8].

Most of the modern approaches to extract knowledge and their structuring is to optimize the metric, however, if the measurement becomes the goal, then it ceases to be a measurement. This is a remark about the influence that is becoming a goal-based, based on achieving some metric indicators. In each dimension, there is a certain need. Obtaining a quantitative characteristic becomes the goal for a process or phenomenon, when a qualitative characteristic is unclear and subjective, which can be fully attributed to the scientometric metrics.

Based on the structured data and the knowledge extracted from them, you can form text comparison tools to identify authors and subject areas using various measures such as:

- Measure similarity of articles (for different authors).
- Measure of crossing subject areas.
- Measure of the proximity publication of a subject area.
- Measures connectedness of terms, etc.

As a result, you can estimate, a new result was obtained or the old one is rewritten, i.e. apply the listed tools for:

- Preservation of priorities in science;
- Evidence of the reliability of the results and facts;
- Structuring knowledge and subject areas;
- Saving and extracting knowledge.

Also, having a terminological description of the subject area in the form of thesaurus, you can "teach" thesaurus to automatically expand based on of new bonds obtained [9].

### Techniques to extracting data from web pages

There are many techniques which are used to extract data from web pages. Web pages mostly contain semi- structured or unstructured data, in which information follows a nested structure. To extract data from web pages, use the following techniques described below and their combinations.

Regular expressions - a regular expression is very common and powerful formal language. It is used to identify string's unstructured text based on some criteria. In this process, making rules manually can be

complicated and require lots of time and efforts. On the opposite hand regular expression based mostly wrappers mechanically and dynamically generate the principles to extract desired knowledge from websites.

Machine Learning - the best data analytical technique to extract domain-specific information from the web sources. Machine learning depends on the training sessions in between, this system achieves a domain expertise. During training sessions, domain experts produce some manually labeled web pages, that are collected from different web pages but also in the same websites [1].

Web Scraping - is the process of extracting data from the websites. With the help of web browsers, web scraping and data extraction techniques can directly access and extract data from the World Wide Web. In the early year's, the data scraping technique that existed was the manual human-copy-paste. But because of the rapid growth and changes on the web, the web page and its data also change dynamically. Hence, because of the dynamic nature of the web world, the traditional method is not feasible. Therefore, automatic techniques are used in the web scraping process.

HTTP Protocol - is the protocol used to transfer data over the web. It is part of the Internet protocol suite and defines commands and services used for transmitting webpage data. HTTP uses a server-client model. A client, for example, may be a home computer, laptop, or mobile device.

## Conclusions

The development of the information system will provide information support for such research processes of research, as an analysis, clarification and adjustment of scientific and technical priorities. As part of the study, an analysis of using metrics and techniques for extracting knowledge from web pages was performed. Further developments are aimed at extracting information from scientific publications according to the aforementioned metrics and techniques.

## References

1. Parvez, M. S., Tasneem, K. S. A., Rajendra, S. S., & Bodke, K. R. (2018). Analysis of Different Web Data Extraction Techniques. 2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology, ICSCET 2018. <https://doi.org/10.1109/ICSCET.2018.8537333>
2. O.O. Demidova, & A.O. Savelyev. (2018). Comparative analysis of data extraction technician from web pages when solving the task of clustering scientific publications. XIV International Scientific and Practical Conference, November 28-30, 2018
3. Tuchkova, N. P., & Ataeva, O. M. (2020). Approaches to Knowledge Extraction in Scientific Subject Domains. Information and mathematical technologies in science and management, 2 (18).
4. Herrouz A., Khentout C., Djoudi M. Overview of Web Content Mining Tools // The International Journal of Engineering, Overview of Web Content Mining Tools, The International Journal of Engineering and Science (IJES). – June 2013. – No. 6. – P. 106–110.
5. Tsyganov A.V. A brief description of the scientometric indicators based on citation // Management of large systems. Special issue 44: "Scientometrics and expertise in science management». 2013. [http://ubs.mtas.ru/archive/search\\_results\\_new.php?publication\\_id=19061](http://ubs.mtas.ru/archive/search_results_new.php?publication_id=19061). (accessed 15.08.2020).
6. Brodovskaya E.V. Digital citizens, digital society and digital citizenship // Power.2019. T.27. NO4. C.65-69. DOI: <https://doi.org/10.31171/vlast.v27i4.6587>. (accessed 08/15/2020).
7. Ataeva O.M., Sererbryakov V.A., Tuchkova N.P. Query Expansion Method Application for Searching in Mathematical Subject Domains //CEUR Workshop Proceedings, M. Jeusfeld c/o Redaktion Sun SITE, Informatics V, RWTH Aachen (Aachen, Germany). Vol. 2543. Pp. 38-48.
8. The problem with metrics is a big problem for AI. Available at: <https://www.fast.ai/2019/09/24/metrics/> (accessed 15.08.2020)
9. Garfield E. Citation Indexes for Science // Science. 1955. Vol.122. No3159. Pp. 108–111.

# USE DIFFERENT ACOUSTIC MODEL DATA MINING METHODS, COMPARING THE RECOGNITION RESULTS ON THE SAME DATABASE

*E.I. Gubin Ph.D., Associate Professor*  
*Hongshuai Sun, student 8PM01*  
*Tomsk Polytechnic University*  
E-mail: hunshuay1@tpu.ru

## Introduction

Speech recognition is the use of computers to convert speech signals into text corresponding to their content. Speech recognition is a complex interdisciplinary subject, and its application is also manifested in many aspects. In the Internet era, speech recognition has become more and more widely used and it has gradually become the entrance to the Internet. Therefore, in speech recognition, it is very important to study different acoustic model data mining methods.

## Research methods

Using feature extraction techniques. The original speech waveform signal is converted into a sequence of feature vectors by means of signal processing, as input to a speech recognition system. The speech signal is usually sampled at 16 kHz/8kHz, often with a frame length of 25ms and a frame shift of 10ms. Then build different acoustic models and compare the recognition results.

The steps we need to do: 1) Prepare data and feature processing. 2) Build a basic acoustic model. 3) Performance comparison of DNN-HMM model and GMM-HMM model (word error rate, WER). 4) Comparison of recognition results of CNN-HMM-based models on SWB-300 database. 5) Comparison of recognition results of RNN-HMM-based models on SWB-300 database. 6) Comparison of recognition results of the model based on LSTM-RNN-HMM on a 2000-hour speech retrieval database. Compare different acoustic model data mining methods, compare the performance of the models and select the most suitable and accurate model.

## Results

First, we prepare the data and perform feature extraction. Common features: Short-term spectral features such as MFCC, PLP, fbank, etc.

Then we build the basic acoustic model. Since the 1980s, there have been three cornerstones of speech recognition: Hidden Markov Model (HMM), Gaussian Mixture Model (GMM) and MFCC/PLP short-term features. In 2011, the DNN-HMM acoustic modeling technology based on deep neural network appeared, which greatly improved the performance of speech recognition system. The deep neural network uses a unified objective function, and multiple hidden layers perform feature extraction and model classification at the same time, and the model parameters are more effective. Compared with single-layer neural network theory, deep neural network has no breakthrough in itself, but it has excellent data modeling ability in practical application. Performance comparison of DNN-HMM model and GMM-HMM model (word error rate, WER).

Table 1. DNN-HMM model and GMM-HMM model

acoustic model	decoding method	RT03S	RT03S	Hub5'00
		FSH	SWB	SWB
GMM 40-mix,ML,SWB 309h	One pass	30.3	40.9	26.6
GMM 40-mix,BMMI,SWB 309h	One pass	27.5	37.7	23.7
CD-DNN 7 layers * 2048,SWB 309h	One pass	18.6	27.6	16.2
GMM 72-mix,BMMI,Fisher 2000h	Multi pass	18.7	25.3	17.2

Advanced application of deep neural network in speech recognition.

- 1) Convolutional Neural Network Acoustic Model  
Comparison of recognition results of CNN-HMM-based models on SWB-300 database.

Table 2. CNN-HMM model

acoustic model	SWB-300
GMM-HMM	14.6
DNN-HMM	12.6
CNN-HMM	11.6

The error rate is relatively reduced by 10%.

## 2) Recurrent Neural Network

Comparison of recognition results of RNN-HMM-based models on SWB-300 database.

Table 3. RNN-HMM model

acoustic model	SWB-300
GMM-HMM	14.6
DNN-HMM	12.6
RNN-HMM	12.1

The error rate is relatively reduced by 5%.

## 3) Long Short-Term Memory Recurrent Neural Networks

Comparison of recognition results of the model based on LSTM-RNN-HMM on a 2000-hour speech retrieval database.

Table 4. RNN-HMM model

model training	DNN	LSTM
Cross-Entropy	11.2	10.1
Sequence	10.1	9.0

The error rate is relatively reduced by 11%.

## Conclusion

By understanding the application of deep neural networks in speech recognition. We compare the performance of the DNN-HMM model and the GMM-HMM model. The DNN-HMM model greatly improves the performance of speech recognition systems. Compared with the convolutional neural network acoustic model, Recurrent Neural Networks have worse recognition results. This is because standard recurrent neural networks are not ideal for modeling long-term contextual relationships. So the LSTM-RNN-HMM model appeared. The long-short-term memory recursive structure can better solve the gradient disappearance problem in the time dimension. So the LSTM-RNN-HMM model works better. Different neural network modules can be combined to build more flexible and powerful acoustic models.

## References

1. Huang Shan, Gubin E. Data cleaning for data analysis // Молодежь и современные информационные технологии: Труды XVI Междунар. научно - практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 2018г. - С. 387-389.
2. What Role Does an Acoustic Model Play in Speech Recognition? [Electronic resource]. – URL: <https://www.rev.com/blog/resources/what-is-an-acoustic-model-in-speech-recognition>
3. Acoustic Modeling for Speech Synthesis [Electronic resource]. – URL: <https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/zh-CN//pubs/archive/44630.pdf>



# ОБНАРУЖЕНИЕ КАЛЬЦИНАТОВ В ЛЁГКИХ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

*М.Б. Сыч, студент гр. 932028  
Томский государственный университет  
В.С. Сафронов, магистрант гр. 8ПМ011  
Томский политехнический университет  
E-mail: msych98@gmail.com*

## Введение

Компьютерное зрение широко используется в современной медицине, часто решается задача сегментации — выделение множества пикселей из исходного изображения [1, 2, 3]. Использование компьютерного зрения для сегментации медицинских изображений увеличивает скорость принятия решений и постановки диагноза врачом. Обнаружение кальцинатов в лёгких и оценка их объёма, является важной задачей, на сегодняшний день не существует программ, позволяющих сделать это. Поэтому цель данной работы — создать программу, которая позволит обнаруживать кальцинаты на снимках компьютерной томографии легких и оценивать их объём.

## Подготовка данных

Для разметки данных использовалась программа МПТК. Снимки были разделены на три группы: с кальцинатами, без кальцинатов и с медицинскими инструментами. Каждый снимок представляет собой трёхмерный тензор с длиной и шириной 512 пикселей и глубиной от 113 до 137 срезов, каждое значение которого — это значение на шкале Хаунсфилда (шкала рентгеновской плотности). Процесс разметки происходил следующим образом: 1. Использовалась ширина окна 1, а центр 800 единиц Хаунсфилда (HU) для минимизации ошибок разметки; 2. Кальцинаты, как и кости, имеют широкий диапазон плотностей, чтобы ошибочно не разметить кости, каждый срез снимка дополнительно проверялся с шириной окна 2500 и центром 800 HU; 3. Каждый белый пиксель в области лёгкого вручную размечался. Было размечено 20 снимков с кальцинатами, 2 — с медицинскими инструментами и 2 — без кальцинатов. Некоторые части снимка не несут полезной информации, поэтому снимки были нарезаны на фрагменты. Для каждого снимка устанавливались следующие параметры окна: центр 900 и ширина 2200 HU, затем каждый снимок нарезался на срезы 512 на 512 пикселей. Число срезов варьировалось от 113 до 137. Существенная область вокруг туловища чёрная и не несёт в себе полезной информации. Для каждого снимка сверху и снизу отсекались полосы размера 512 на 64 пикселей. Каждый срез нарезался на фрагменты 128 на 128 пикселей, с каждого среза получилось по 12 фрагментов. Для масок выполнялась аналогичная нарезка, за исключением этапа с параметрами окна. Подавляющее большинство масок не содержало белых пятен разметки, т.е. выборка сильно не сбалансирована. Для обучения и оценки модели использовались обучающая, валидационная и тестовая выборки. Модель обучалась на фрагментах, содержащих пятна разметки, что позволило ей сконцентрироваться на обнаружении кальцинатов. После разделения выборок все фрагменты переводились в двумерные массивы целых чисел от 0 до 255, все значения массива делились на 255.

## Архитектура нейронной сети

В ходе работы использовались архитектуры нейронных сетей U-Net с измененной кодирующей частью (ResNet34, Inception и VGG 16). Наилучший результат показала кодирующая часть ResNet34, и функция потерь focal-loss [5]. На рисунке 1 представлен график focal-loss.

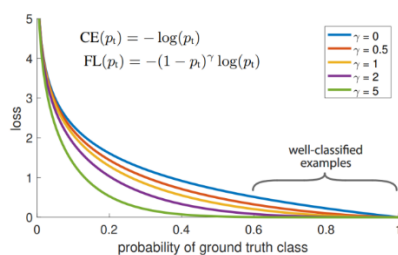


Рис. 1. Focal-loss

При параметре гамма равном 1 – это функция binary cross entropy, позволяющая модели больше концентрироваться на трудно классифицируемых образцах.

### Оценка результатов

После подготовки выборок и построения архитектуры модели была проведена оценка качества с помощью метрики IOU (мера Жаккара). Данная метрика представляет собой бинарную меру сходства [4]. В таблице 1 представлены значения меры Жаккара для различных архитектур U-Net, а также ансамбля моделей. На рисунке 2 представлен пример предсказания модели и сравнение его с реальными данными для используемой модели, IOU равно 0,889.

Таблица 1. Оценки модели

Модель	IOU	Функция потерь
U-Net resnet34	0.7237	Focal-loss gamma = 3
U-Net resnet34	0.7618	Focal-loss gamma = 4
U-Net resnet34	0.6994	Dice + Focall gamma = 4
Ансамбль	0,8117	

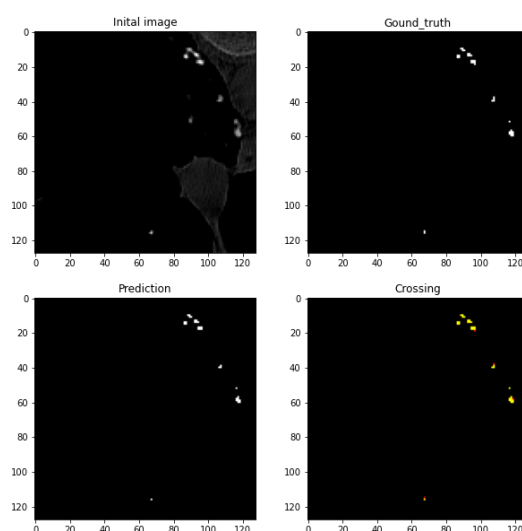


Рис. 2. Результаты работы используемой архитектуры U-Net

### Заключение

В ходе экспериментов были протестированы различные архитектуры U-Net. Лучшие модели были объединены в ансамбль, и итоговый результат оказался лучше. Итоговая оценка модели проводилась на тестовой выборке, содержащей все фрагменты, полученные из 4 снимков КТ.

### Список использованных источников

1. Xu, M., Qi, S., Yue, Y. et al./ Segmentation of lung parenchyma in CT images using CNN trained with the clustering algorithm generated dataset/ BioMed Eng OnLine. 2019 / [Электронный ресурс] <https://doi.org/10.1186/s12938-018-0619-9>
2. Targosz, A., Przystałka, P., Wiaderkiewicz, R. et al. /Semantic segmentation of human oocyte images using deep neural networks. BioMed Eng OnLine 20, 40. 2021/ [Электронный ресурс] <https://doi.org/10.1186/s12938-021-00864-w>
3. Hamdalla F. Al-Yasriy, Muayed S. AL-Husieny, Furat Y. Mohsen, Enam A. Khalil and Zainab S. Hassan/ Diagnosis of Lung Cancer Based on CT Scans Using CNN/ [Электронный ресурс] <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/928/2/022035/pdf>
4. Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. 1901. V. 37. Bd. 140. S. 241—272
5. Focal Loss for Dense Object Detection Tsung-Yi Lin Priya Goyal Ross Girshick Kaiming He Piotr Dollar/ Facebook AI Research (FAIR)/ [Электронный ресурс] <https://arxiv.org/pdf/1708.02002.pdf>

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ДАННЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

*К.А. Теников, студент гр.8ПИИ01,*

*С.М. Старолетов, к.ф.-м.н., доц.*

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова*

E-mail: serg\_soft@mail.ru

## **Введение**

Аномалия в широком смысле слова представляет собой отклонение от известного паттерна поведения. Особенно актуален поиск аномалий в данных киберфизических систем, которые включают алгоритмы управления устройствами, действующими согласно физическим законам. Автомобильный домен является, наверное, самым известным представителем таких систем. Данная работа продолжает серию работ по определению аномалий в автомобильных данных. Такие данные поступают по CAN-шине с ЭБУ автомобиля в мини-компьютер, который на лету по накопленной порции данных должен выдать заключение о нормальности или аномальности данных. Под данными мы понимаем декодированные данные для конкретного автомобиля о скорости, текущей передаче, оборотах, температуре двигателя. Аномалии в таких данных могут говорить о потенциальных ошибках в системах автомобиля, так и нетипичном поведении водителя. Для поиска аномалий мы применяем NVidia Jetson Nano [1], который специальным образом через адаптер MCP 2515 [2] подключается к шине автомобиля, а также заранее записанные датасеты.

## **Обработка автомобильных данных на устройстве**

Шина CAN является основной шиной для связи разнородных устройств с ЭБУ автомобиля. Программно такие данные доступны в виде идентификатора сообщения и нескольких байт данных, специфических для каждого типа сообщения. Мы предполагаем, что такие системы анализа аномалий в данных как наша, создаются в тесной кооперации с производителями, которые предоставляют информацию о структуре передаваемой информации. Мы используем открытые источники для выявления структуры данных тестового автомобиля и записи тестовых датасетов [3]. В качестве тестовых данных нами были записаны разнородные случаи вождения, торможения и т.д. [4].

Для обработки данных прямо в машине на микрокомпьютере, необходимо возможность использования готовых фреймворков для обучения нейронных сетей и GPU для работы с популярными системами вроде TensorFlow. Наиболее подходящей системой начального уровня является платформа Jetson Nano от NVidia, предоставляющая на своем борту графический чипсет хоть и предыдущих поколений, но тем не менее, достаточный для анализа серий данных, полученных в реальном времени на устройстве. Такая система включает:

1. ОС Linux;
2. графические драйвера;
3. работу с периферией (вроде USB и SPI);
4. инсталляции компиляторов и средств разработки;
5. Python с необходимыми пакетами.

Для подключения к оборудованию и представления программных абстракций мы используем ранее разработанный нами фреймворк на C++ [5].

## **Определение аномалий**

Некоторые методы определения аномалий были рассмотрены в [6]. В настоящей работе мы используем три метода поиска аномалий:

1. согласно заданному конечному автомату поведения;
2. с помощью статистических методов;
3. с использованием LSTM сетей.

Эти методы в реализации используют возможности нашего фреймворка для сбора и обработки данных, который включает возможности получения вектора состояния автомобиля и его передачу

методам обнаружения. В первом случае строятся временные автоматы требований и по мере получения данных проверяются переходы в ошибочные состояния, нарушающие требования. Во втором случае используется метод скользящего среднего для получения предсказания данных во временных рядах и оценка различия с актуальными данными с автомобиля. Последний метод является наиболее вычислительно-трудоемким и предполагает обучение коэффициентов сети с долго-краткосрочной памятью. При этом сеть тренируется на наборе предыдущих данных и принимаются во внимание как недавно, так и давно полученные данные. Мы организуем обучение сети так, чтобы оно происходило за время получения следующей порции данных. Следует учесть, что автомобильные данные, такие как скорость, обороты двигателя, имеют некоторую задержку в изменениях из-за физической причины этих величин, что похоже по структуре с финансовыми данными, поэтому для их анализа можно использовать соответствующие методы [7, 8].

## Заключение

Таким образом, мы рассмотрели аппаратные и программные методы поиска аномалий в данных с автомобиля по мере их получения. В настоящее время реализованы средства сбора данных, имеются тестовые датасеты и производится реализация детекторов.

## Список использованных источников

1. NVidia Jetson Nano [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nvidia.com/en-us/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-nano/>
2. Stand-Alone CAN Controller with SPI Interface [Электронный ресурс]. URL: <https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/APID/ProductDocuments/DataSheets/MCP2515-Family-Data-Sheet-DS20001801K.pdf>
3. Овсянников, В. А. Can-шина как средство для обнаружения аномалий в данных / В. А. Овсянников, С. М. Старолетов // Наука и молодежь : Материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 8 частях, Барнаул, 01–05 июня 2020 года / Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2020. – С. 273-276.
4. Automotive CAN data [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/SergeyStaroletov/Automotive-CAN-Data>
5. CAN Anomaly detector [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/SergeyStaroletov/CAN-Anomaly-Detector>
6. Овсянников, В. А. Обзор методов анализа аномалий в больших данных / В. А. Овсянников, С. М. Старолетов // Молодежь и современные информационные технологии : Сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 03–07 декабря 2018 года / Томский политехнический университет. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2019. – С. 128-129.
7. Stock Market Predictions with LSTM in Python. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.datacamp.com/community/tutorials/lstm-python-stock-market>
8. Теников, К. А. LSTM сети для предсказания индексов фондовых рынков / К. А. Теников // Молодежь и современные информационные технологии : Сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 22–26 марта 2021 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2021. – С. 73-74.

# МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИТИКИ КАРОТАЖНЫХ КРИВЫХ С ПОМОЩЬЮ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ФРЕЙМВОРКА APACHE SPARK НА ПРИМЕРЕ КЛАССИФИКАЦИИ КРИВЫХ ПС КАРОТАЖЕЙ

*М.А. Сальников, инженер ОИТ ИШИТР*  
*С.Н. Ушаков, аспирант гр. А1-39.*  
*Томский политехнический университет*  
E-mail: mas55@tpu.ru, wowman9721@gmail.com

## Введение

Современное месторождение генерирует огромное количество данных, которое сложно, а порой даже невозможно, качественно проанализировать имеющимися на данный момент средствами. Это обуславливает потребность в привлечении средств распределенной обработки данных с помощью использования традиционных структур данных и инструментов программирования. Исходя из этого, для работы с данными был выбран распределенный фреймворк для анализа данных Apache Spark, который способен предоставить весьма обширный программный интерфейс для работы с таким языком программирования и работы с данными, как Python. Стоит также отметить, что благодаря механизму ленивых преобразований, Spark способен снизить общий объем вычислений, тем самым повысив производительность работы по анализу больших данных. Особенно ценным видится применение такого подхода в области поддержки бурения, где специалистам приходится принимать в реальном времени решения, имеющие огромные последствия.

Целью данной работы выступает создать методику подготовки такого рода данных для подгрузки в модели машинного обучения, которые смогут выступать помощниками в принятии технологических решений. В данной работе, за неимением данных каротажей при непосредственном бурении скважины, был представлен пайплайн для обработки данных кривых каротажа потенциала собственной поляризации (ПС) снятых со скважин действующего добывающего фонда, как наиболее доступного аналога. Целью алгоритма стояло автоматизировано подготовить и классифицировать данные каротажа согласно классификации типовых форм кривых по Муромцеву, которые представлены на рисунке 1. В выборке присутствовали кривые снятые со 166 скважин, а так же данные по интервалам нахождения пласта коллектора для каждой из скважин, заранее подготовленные геологом [1].

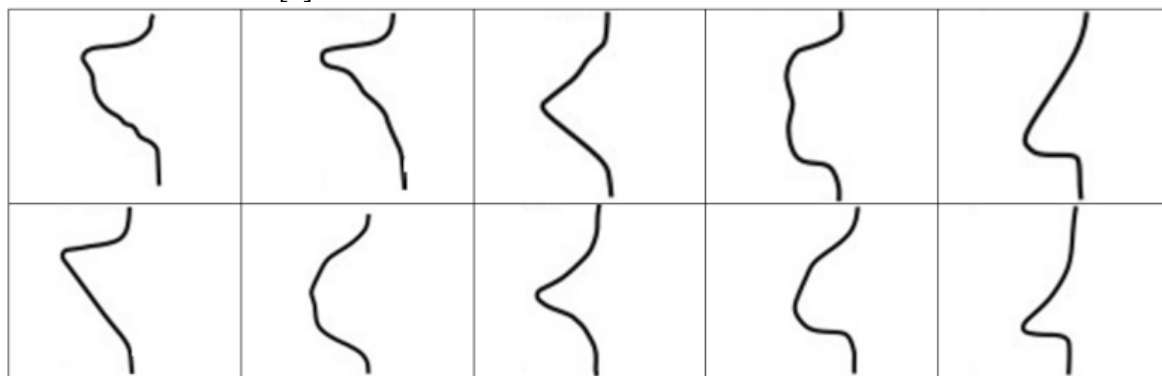


Рис. 1. Типовые кривые по Муромцеву

## Процесс подготовки данных и их классификация

В процессе подготовки данных прежде всего необходимо было отсеять скважины, о положении целевого пласта которых данные отсутствуют. Также стоит отметить, что в предоставленных данных на некоторых промежутках значений глубины были выявлены отсутствующие значения. На этом основании можно сделать вывод о том, что на данных глубинах по каким-то причинам съемка не велась, вследствие чего было принято решение удалить эти значения. Для приведения заранее оцифрованных типовых кривых и реальных скважинных данных к общей системе координат был применен метод нормализации Min-Max Scaling.

Следующей проблемой работы с данными ПС каротажа явилась его высокая зашумленность, характерная данным электромагнитной природы. Так как следующим шагом в обработке данных

следует линейная интерполяция, высокий уровень шума мог негативно отразиться на результате, и получившаяся кривая плохо бы отражала поведение исходной. Для устранения этой проблемы и сглаживания кривой был применен метод спектрального анализа. Согласно этому методу кривая каротажа преобразуется в частотное представление с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ). В частотном представлении шумы детектируются и удаляются, после чего с помощью того же БПФ кривая восстанавливается уже без них. Линейная интерполяция с равными интервалами по глубине позволила привести все кривые к общей размерности, практически не утратив форму кривой [2].

Для того, чтобы обучить модель-классификатор, нам необходимо подать в нее в качестве учителя заранее оцифрованные типовые тренды. В качестве классификатора выбрана модификация алгоритма k-nearest neighbors с возможностью задания радиуса, в пределах которого находятся «соседи». Радиус был подобран экспериментальным путем на основе данных ПС каротажей целевого пласта, к которым были добавлены кривые, не относящиеся к интервалу пласта-коллектора и соответственно ни к одному из десяти классов. Таким образом, если алгоритм никак не классифицировал «фальшивые» кривые, то считалось, что радиус был подобран корректно и модель можно считать валидной. Работа итогового алгоритма на нескольких семплах из выборки представлена на рисунке 2.

В качестве метрики для классификации была использована DTW (dynamic time warping) благодаря своей способности уделять внимание непосредственно форме кривой [3].

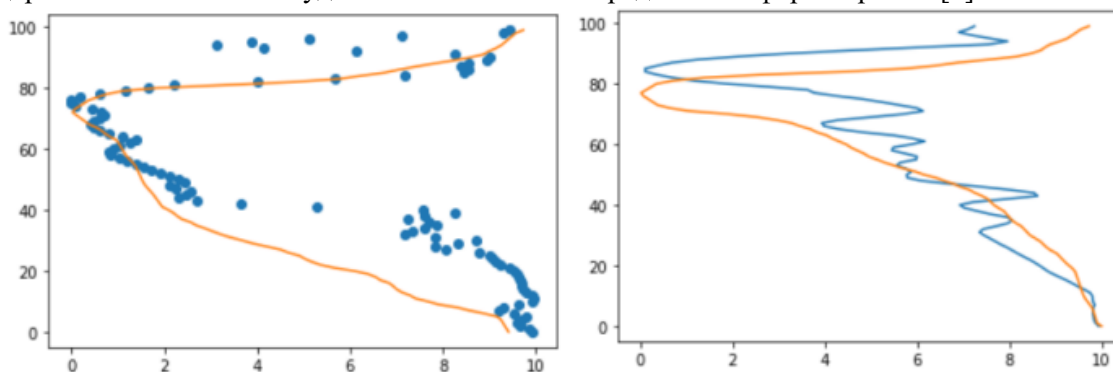


Рис. 2. Работа алгоритма классификации (оранжевым - типовая кривая, синим - реальные данные)

## Заключение

Результатом работы служит разработанная методика работы с каротажными данными, которая позволяет проводить вычисления на большом объеме исходных данных благодаря фреймворку Spark. Таким образом, такой подход может обеспечить экспресс-аналитику по актуальным данным в сжатые сроки используя модели машинного обучения, разгружая специалиста и помогая ему принимать взвешенные и быстрые решения. По результатам работы классификации также видно, что алгоритм весьма неплохо улавливает тренды пространственного распределения пород-коллекторов, что свидетельствует о качественной подготовке данных.

## Список использованных источников

1. Machine Learning Clustering of Reservoir Heterogeneity with Petrophysical and Production Data / D. V. Konoshonkin, G. Yu. Shishaev, I. V. Matveev [et al.] // SPE Europec featured at 82nd EAGE Conference and Exhibition Conferences Proceedings OnePetro, Amsterdam, The Netherlands, December 8-11, 2019. — Dallas: SPE, 2020. — [10 p.]
2. Классификация кривых ПС каротажа / С. Н. Ушаков, М. А. Сальников, А. Ю. Кайда; науч. рук. Е. И. Губин // Наука и практика: проектная деятельность - от идеи до внедрения материалы IX региональной научно-практической конференции, Томск, 2020. — Томск: ТУСУР, 2020. — [С. 71-73]
3. Cuturi, M. Blondel, M. 2017 Soft-DTW: a Differentiable Loss Function for Time-Series. ICML 2017.

# COMPARING DECISION TREE AND RANDOM FOREST DATA MINING METHODS, THE IMPACT ON THE PREDICTION RESULTS OF BANK CUSTOMER CREDIT CLASSIFICATION

*E.I. Gubin, PhD, Associate Professor*  
*Yubo Jin, student gr. 8PM01*  
*Tomsk Polytechnic University*  
E-mail: yuybo2@tpu.ru

## Introduction

Data mining is the process of extracting information and knowledge that people do not know in advance but that has potential usefulness from a large amount of incomplete, noisy, fuzzy, and random actual data. Generally speaking, the results of data mining do not require completely accurate knowledge, but rather a general trend. As far as specific applications are concerned, data mining is the process of using various analytical tools to discover relationships between models and data in massive data sets, and these models and relationships can be used to make predictions. One of the primary risks faced by banks is credit risk, of which loan risk is the main element. This paper aims to screen credit customers according to the personal information on the finance dataset, finding the right person (the good customer).

## Research methods

Using classification techniques in data mining, customers can be divided into different categories. The target variable of the customer's personal data we obtained is "GB", which means 1 is good, 0 is bad. It can be seen that this is a classification problem. We use decision trees and random forests in our classification technology to build credit risk models. The steps we need to do: 1) Data reading and preprocessing. 2) Model building. 3) Parameter optimization. 4) Model prediction and feature importance. 5) Visualize decision trees and random forests. 6) Compare the classification accuracy of decision trees and random forests. By comparing the two data mining classification methods, we analyze the reasons for the differences and select the most suitable and accurate model.

## Results

First, use Python to read the raw data in CSV format, convert it into dataframe format, and view the dataset description. After that, clean the data, fill in the missing value with the mean of the same category, delete the noise data with excessive error, check that there are no duplicate values, and perform digitalization of the data in string format.

Here we select the prepared data sheet, which contains the credit information of 3000 people. We define the rest of the data, except "GB" as x (feature) and the categorical variable "GB" as y (target). Usually, 75% of the data set is used as the training set and the remaining 25% as the test set. Next, use the sklearn libraries to build decision tree and random forest models, respectively, and use the grid search method for parameter optimization.

In Table 1, showing the importance of different features, the larger the value, or the closer it is to 1, the more important it is. On the contrary, the closer it is to 0, the less important it is. Here we will arrange them in reverse order.

Table 1. The importance of features

Feature	Importance
Age	0.227958
TMJOB1 (Time at Job)	0.101802
INCOME	0.077459
cards_ (Credit Cards int format)	0.072145
PERS_H (Time at Job)	0.069979
CASH (Requested cash)	0.065912
EC_CARD (EC_card holders)	0.049334
INC (Salary)	0.044683
prof_ (Profession)	0.040487
NMBLOAN (Num Mybank Loans)	0.039799

Samples: Total number of samples, Values: bad values/ good values.

We need to know from decision trees when to stop: One way of doing this is to set a minimum number of training inputs to be used on each leaf. Another way is to set the maximum depth of your model. Maximum depth refers to the length of the longest path from a root to a leaf. Here we choose one of the decision trees in the random forest for display.

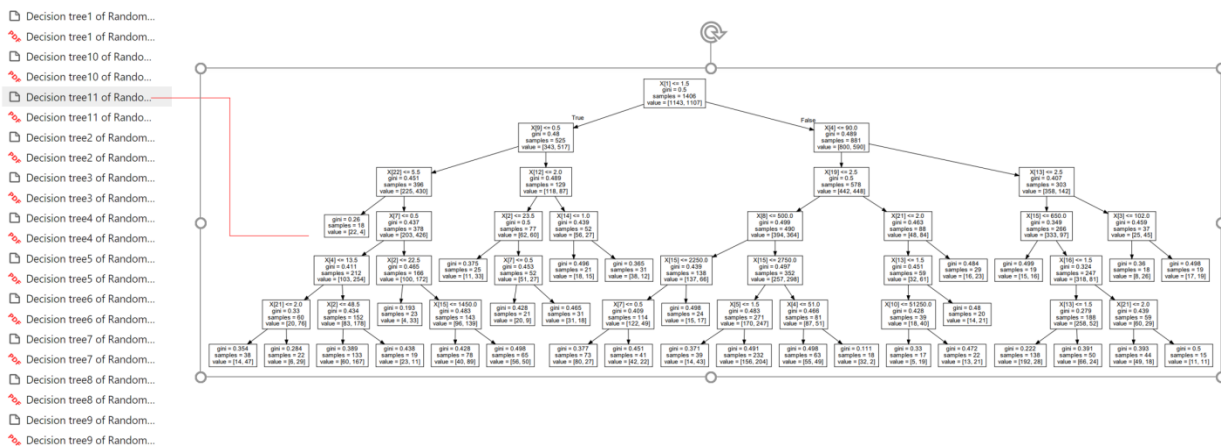


Fig. 1. Visualize one of the decision trees in a random forest

Compare the performance metrics scores of the two models in Table 2:

Table 2. Get classification performance metrics

Performance metrics	Decision tree Score	Random forests Score
Accuracy	0.57333	0.67066
Precision	0.63788	0.68238
Recall	0.54653	0.69796
f1-score	0.58868	0.69008

It can be seen that the classification of random forests is better than that of decision trees because random forest is based on the combination of multiple weak classifiers of decision trees into a strong classifier.

### Conclusion

A single decision tree can achieve complete accuracy or a root mean square error on the training set, which is impossible for random forests, but the performance of random forests on the test set is significantly better than that of decision trees. Avert overfitting through random forests and achieve better generalization performance. The accuracy of random forests is 67.066%, significantly better than the accuracy of decision trees, at 57.333%. So, we finally chose the random forest model.

### References

1. Onesmus Mbaabu. (09.04.2020) Introduction to Random Forest in Machine Learning [Electronic resource]. – URL: <https://www.section.io/engineering-education/introduction-to-random-forest-in-machine-learning>
2. The application of big data in the financial industry [Electronic resource]. – URL: <http://c.biancheng.net/view/3736.html>
3. Prashant Gupta. (18.05.2017) Decision Trees in Machine Learning [Electronic resource]. – URL: <https://towardsdatascience.com/decision-trees-in-machine-learning-641b9c4e8052>
4. Huang Shan, Gubin E. Data cleaning for data analysis. Томск, 2018г. - С. 387-389.



# THE STATISTICAL ANALYSIS OF POSTGRADUATE ENTRANCE EXAMINATION DATA BASED ON THE SAS SOFTWARE

*E.I. Gubin Ph.D., Associate Professor  
Chzhan Lifan, student gr. 8PMOI  
Tomsk Polytechnic University  
E-mail: lifan1@tpu.ru*

## Introduction

With the development of the times, there are more and more employment options for contemporary college students, including a series of options such as postgraduate entrance examination, job search, civil service examination and going abroad. Among them, the postgraduate entrance examination is undoubtedly a very popular option, either because they want to receive a higher level of education, or to avoid employment, or if they want to further improve themselves, a considerable number of people will choose the postgraduate entrance examination, and it will be derived from it. A series of peripheral industries have emerged. Postgraduate entrance examination counseling, postgraduate entrance accommodation and various postgraduate entrance examination institutions emerge one after another. The postgraduate entrance examination is undoubtedly a very popular topic in modern society. More and more college students are beginning to devote themselves to the torrent of postgraduate entrance examinations. Different people have different opinions on the postgraduate entrance examination. In an environment where the surrounding students choose the postgraduate entrance examination, if they do not have a clear plan and a clear understanding of their future, they will be easily affected by the choices of others and may not A decision that suits you. In short, the postgraduate entrance examination is a topic that not all college students can avoid. Therefore, in such a large environment, it is a very valuable and meaningful thing to analyze the results of the postgraduate entrance examination.

## Method Description

Logistic regression, also called Logistic regression analysis [1], is a generalized linear predictive regression model, which is often used in data mining, disease diagnosis, and economic prediction. Logistic regression is the most popular dichotomous data model, and its general form is as follows:

The ordinary Logistic regression model is:

$$p_i = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_m x_{im})}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_m x_{im})}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (1.1)$$

There are only two categorical values for the dependent variable  $y$  in the logistic regression model, usually 0 and 1. Suppose that in the independent variables  $x_1, x_2, \dots, x_n$  under the action, the probability of an event occurring is  $p$ , and the probability of not occurring is  $1-p$ ,  $\frac{p}{1-p}$  is the ratio of the probability of occurrence to the probability of non-occurrence, recorded as the superior ratio (odds). If we take the natural logarithm of odds, we get:

$$\text{Logit}(p) = \ln(\text{odds}) = \ln \frac{p}{1-p}, \quad (1.2)$$

Called the Logit transformation of  $p$ , the transformed Logistic regression model is:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_i X_i + \varepsilon. \quad (1.3)$$

Table 1. Part of the discipline entrance exam national line in 2016

Subject category	Total score	Single subject (full score = 100 points)	Single subject (full score = 150 points)
Science	285	39	59
Engineering	265	36	54
Managent	335	45	68
Economis	325	45	68
Literature	350	53	80
Jurisprudence	315	45	68

## Logistic Regression /Analysis Result

According to the results of parameter estimation, whether the six variables of political score, professional course 2 or high math score, professional course 1 score, type of school applied for, whether to take maths, and whether to apply for this school are consistent with this event There is strong statistical significance [3].

The logistic regression model expression is:

$$p = \frac{\exp(-12.8756+0.0602x_1+0.06x_3+0.0408x_4-1.5887x_6+1.5646x_8+1.5186x_{10})}{1+\exp(-12.8756+0.0602x_1+0.06x_3+0.0408x_4-1.5887x_6+1.5646x_8+1.5186x_{10})} \quad (1.4)$$

It can be seen from the expression that the coefficients of the variables  $x_1$ ,  $x_3$ , and  $x_4$  are very small, and basically do not have much influence on the dependent variable. The analysis of the odds estimation result is shown in Tab.2.

Table 2. Odds ratio estimations

Optimization estimate			
Effect	Point estimate	95% Wald confidence limit	
x1	1.052	1.028	1.097
x3	1.062	1.041	1.083
x4	1.042	1.024	1.060
x6	0.204	0.081	0.516
x8	4.781	1.824	12.532
x10	4.566	1.395	14.946

The odds ratio represents the ratio of the probability of an event occurring to the probability of an event not occurring, which can be taken in all non-negative regions. If the odds value is 1.5, it means that the possibility of the event is unlikely to happen 5 times. The estimated odds ratio represents the effect of the independent variable on the probability of an event. The estimated odds ratio is greater than 1, which means that the probability of the event will increase, or in other words, the independent variable has a positive effect on the probability of the event. The estimated odds ratio is less than 1, which means that the probability of the event will decrease, or in other words, the independent variable has a negative effect on the probability of the event. The odds ratio estimated value is 1, which means that the independent variable has no effect on the probability of the event.

## Conclusion

Through SAS software, analyse the results of the postgraduate entrance examination, and through Logistic regression and cluster analysis, we can get the level of influence of each factor on the success rate of a voluntary postgraduate entrance examination. It can provide some basis for college students when choosing a college to apply for, and do it when filling in their volunteers. Make a reasonable choice.

## Reference

1. He Xiaoqun, Liu Wenqing. Application regression analysis [M] . The third edition. Beijing: Renmin University of China Press, 2011.
2. Wang Xuemin. Application of multivariate analysis [M] . The third edition. Shanghai: Shanghai University of Finance and Economics Press, 2009.
3. Wang Haibo, Luo Li. SAS statistical analysis from entry to master [M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press, 2013.

# DATA PREPARATION OF THE TITANIC DATASET FOR TRAINING A RANDOM FOREST MODEL FOR THE PURPOSE OF SURVIVAL RATE PREDICTION

*E.I. Gubin Ph.D., Associate Professor*  
*Z. Jifeng, student 8PM01*  
*Tomsk Polytechnic University*  
E-mail: czifen1@tpu.ru

## Introduction

The sinking of the Titanic is one of the most infamous shipwrecks in history. On April 15, 1912, during her maiden voyage, the Titanic sank after colliding with an iceberg, killing 1502 out of 2224 passengers and crew. While there was some element of luck involved in surviving, it seems some groups of people were more likely to survive than others [1].

For a more efficient assessment of the survival rate, it is necessary to do an analysis based EDA, Feature Engineering and Data Cleaning.

The aim of the work is to prepare data for training the model in order to predict the survival rate based on processed features.

## Research methods

There are 2 datasets in our mission:

- Train data, contains all features of data.
- Test data, check the accuracy of the model created.

In the training set we can see the complete data structure and information, from this, we can get the target variable in category type (Survival/Die, 0/1 or etc.). set “Survived” – target variable. If “Survived” = 0, then “Die” and if “Survived” = 1 then “Survival”.

Before to analyze and create predictive model we need to do five steps: 1) Analysis of the features. 2) Finding any relations or trends considering multiple features. 3) Adding any few features. 4) Removing redundant features. 5) Converting features into suitable form for modeling. The reason why we use random forests algorithm is that among all the available classification methods, random forests provide the highest accuracy. The random forest technique can also handle big data with numerous variables running into thousands. It can automatically balance data sets when a class is more infrequent than other classes in the data [2].

## Description of the data preparation process

In the Figure 1 show the basic columns of values.

PassengerId	Survived	Pclass	Name	Sex	Age	SibSp	Parch	Ticket	Fare	Cabin	Embarked	
0	1	0	3	Braund, Mr. Owen Harris	male	22.0	1	0	A/5 21171	7.2500	NaN	S
1	2	1	1	Cumings, Mrs. John Bradley (Florence Briggs Th...	female	38.0	1	0	PC 17599	71.2833	C85	C
2	3	1	3	Heikkinen, Miss. Laina	female	26.0	0	0	STON/O2. 3101282	7.9250	NaN	S
3	4	1	1	Futrelle, Mrs. Jacques Heath (Lily May Peel)	female	35.0	1	0	113803	53.1000	C123	S
4	5	0	3	Allen, Mr. William Henry	male	35.0	0	0	373450	8.0500	NaN	S

Fig. 1. Data frame of training dataset

Pclass refers to Ticket class (1 = 1st, 2 = 2nd, 3 = 3rd), SibSp and Parch are spouses and children aboard the Titanic and embarked refers to Port of Embarkation (C = Cherbourg, Q = Queenstown, S = Southampton).

Missing data mechanisms can be divided into three categories: 1) missing completely at random (MCAR), 2) missing at random (MAR), 3) Missing not at random (MNAR) [3], in our mission, missing data(Cabin) belongs to MNAR and it is not important feature, so we can start analysis features by dividing features into different types: Categorical Features: Sex, Embarked. Ordinal Features Class. Continuous Features: Age. Then, we can get correlation between the features by using Heat map like Figure 2.

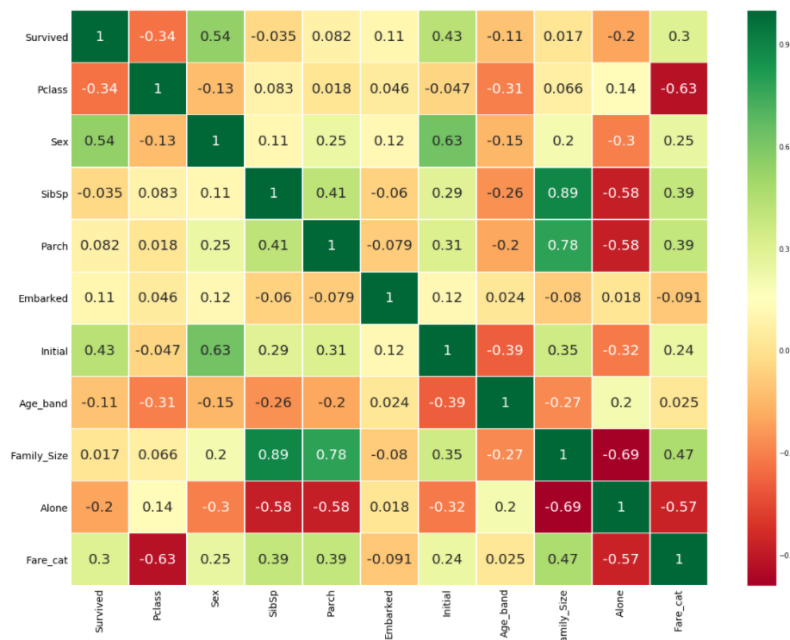


Fig. 2. Heat map of correlation matrix

Now from the above heatmap, we can see that the features are not much correlated. The highest correlation is between SibSp and Parch i.e 0.41. So we can carry on with all features.

Whenever we are given a dataset with features, it is not necessary that all the features will be important. There may be many redundant features which should be eliminated. Also we can get or add new features by observing or extracting information from other features. Adding new features like Age\_band : group a range of ages into a single bin or assign them a single value, the maximum age of a passenger was 80, so divide the range from 0-80 into 5 bins of size 16. According to the same principle, we add features Fare\_cat, Family\_Size and Alone. At the same time, we should drop the unneeded features and convert string values into numeric. Here the result in Figure 3.

	Survived	Pclass	Sex	SibSp	Parch	Embarked	Initial	Age_band	Family_Size	Alone	Fare_cat
0	0	3	0	1	0	0	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	0	3
2	1	3	1	0	0	0	2	1	0	1	1
3	1	1	1	1	0	0	1	2	1	0	3
4	0	3	0	0	0	0	0	2	0	1	1

Fig. 3. Processed data

## Conclusion

As a result of data preparation, we gained some insights from the Exploratory Data Analysis. It should be noted that random forest is a kind of bagging algorithm, but random forest uses CART decision tree as a weak learner, and the feature selection of decision tree is also random. Due to the randomness, it is very useful to reduce the variance of the model, so the random forest generally does not need additional pruning, that is, it can achieve better generalization ability and anti-overfitting ability (Low Variance).

## References

1. Amy Tikkanen. 2020. "Millionaire's Special", "RMS Titanic", "Royal Mail Ship Titanic".
2. Leo Breiman. Statistics Department University of California Berkeley, CA 94720. 2001. RANDOM FORESTS.
3. Huang Shan, Gubin E.I. Data cleaning for data analysis // Молодежь и современные информационные технологии: Труды XVI Междунар. научно - практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 2018г. - С. 387-389.

## **Секция 6. Мехатроника и робототехника**

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ НОГ ПЕШЕХОДОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLOV4

*Т. Е. Мамонова, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР,  
Я. К. Завгородний, студент гр. 8ЕМ01  
Томский политехнический университет  
E-mail: ykz2@tpu.ru*

## Введение

В последнее время обнаружение объектов на основе сверточных нейронных сетей стало популярной темой исследований в области компьютерного зрения. Выделение признаков на исходных изображениях могут быть проведены с помощью многослойной операции свертки, а положение объекта на изображении предсказываются с помощью специальных алгоритмов. Результаты этих исследований активно применяют в мехатронике и робототехнике в задачах навигации мобильных роботов, управления промышленными манипуляторами и т.п. [1].

Целью данной работы является анализ работы сверточной нейронной сети YOLOv4 для распознавания ног пешеходов с дальнейшим применением результатов для решения задачи навигации мобильных роботов (например, роботов-уборщиков в аэропортах, торговых центрах).

## Применение сверточных нейронных сетей в задаче навигации мобильного робота

Обнаружение и отслеживание человека необходимы для сервисных автономных мобильных роботов (АМР), поскольку робот часто делит свое рабочее пространство и тесно взаимодействует с людьми. Например, разработка FLOBOT использует 3D-лидар, RGB-камеру и 2D-лидар для обнаружения и отслеживания человека [2].

Данные, полученные с камеры, позволяют организовать правильную работу алгоритмов навигации мобильных роботов. Для этого необходимо добиться высокой точности обучения сверточной нейронной сети. Разработанная система с использованием алгоритма распознавания ног пешеходов дает возможность определить траекторию движения человека. На рисунке 1 представлена функциональная схема работы АМР с выделенной схемой исследовательской части.



Рис. 1. Функциональная схема работы АМР

На сегодняшний день нейронная сеть архитектуры YOLO, является одной из самых эффективных нейросетей для детектирования объектов [3–4].

## Описание нейронной сети YOLO

Многие разработчики, в том числе и проектирующие системы детектирования статических и динамических препятствий для АМР, используют модификации YOLO для своих задач [4–6].

Процесс детектирования объектов YOLO-сетью состоит из следующих шагов. Сначала форматируется исходное изображение (обычно до формата 416×416 пикселей). Далее на изображение накладывается сетка заранее выбранного размера, затем изображение подается на вход сети. В ходе работы сети выделяются «регионы-кандидаты», где высока доля вероятности нахождения искомого объекта. Далее изображение сжимается на слое pooling и по нему определяется класс объекта. Точность каждого прямоугольника детектирования определяется с помощью метрики IoU [6].

## Подготовка данных

Важным этапом обучения YOLO-сети является подготовка аннотаций – разметке данных с целью указания интересующих нас объектов. Разметка данных проводилась с помощью программы labelImg-master, имеющей открытый исходный код [7]. Для обучения было подготовлено 326 изображений с 2 264 аннотациями по четырем классам с долей в 25 %.

## Обучение нейронной сети YOLO-4

Для обучения нейронных сетей в данной работе использовались мощности ГП Nvidia Tesla T4, которые предоставляет сервис Google Collab [8]. Результат обучения показан на рисунке 2. Лучший из полученных результатов исследования влияния различных параметров на результат обучения нейронной сети представлен в таблице 1.

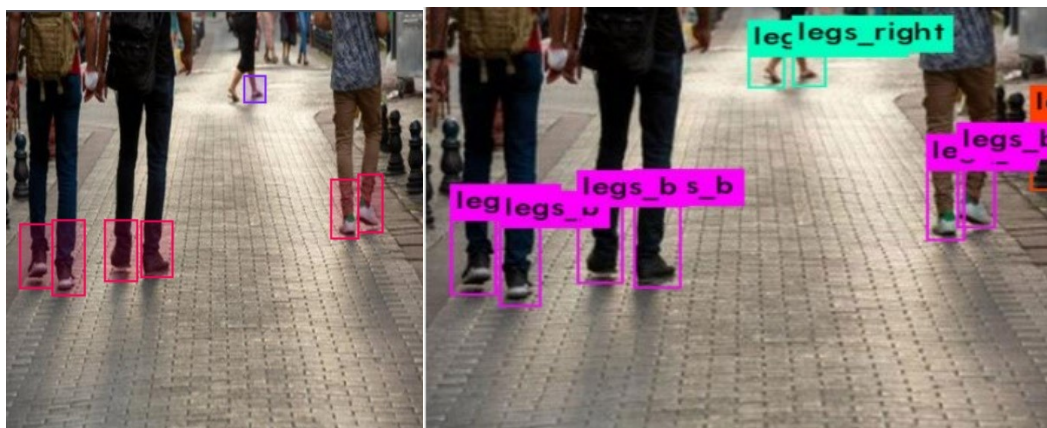


Рис. 2. Сравнение результатов на валидационной выборке с изначальными аннотациями

Таблица 1. Результат обучения

Точность, %	Количество итераций (время обучения 6 часов 14 минут)								
	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1700	1900	2000
Общая	62,86	68,63	72,4	75,95	73,94	76,89	79,6	80,15	79,72
Класс 1	71,43	72,26	72,71	73,52	73,96	74,97	73,29	74,44	73,11
Класс 2	63,30	65,46	67,8	74,25	67,51	73,81	72,8	75,46	75,24
Класс 3	63,50	74,67	76,54	81,82	78,06	81,52	86,58	87,71	87,51
Класс 4	53,22	62,14	72,56	74,20	76,23	77,25	85,71	82,99	83,01
IoU	37,32	43,61	45,22	46	48,33	52,78	50,58	53,73	55,35

Как видим, создание набора данных является важным параметром и сбалансированность классов приводит к высокой точности обучения. В этом случае удалось получить лучшую точность в 80,15 % после 1900-й итерации. С увеличением числа итераций результат обучения сети YOLO улучшается.

## Заключение

Данная работа продемонстрировала возможности нейронной сети архитектуры YOLOv4 в задаче распознавания ног пешеходов. Полученные результаты можно применять для предсказания

направления движения пешеходов для решения задач навигации автономного мобильного робота. Полученная точность приемлема для данного количества итераций (более 1900). Для улучшения точности необходимо расширять набор данных или увеличить количество итераций, что негативно скажется на скорости обучения.

#### **Список использованных источников**

1. Model-based Pedestrian Trajectory Prediction using Environmental Sensor for Mobile Robots Navigation. Haruka Tonoki, Ayanori Yorozu, Masaki Takahashi. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 8, No. 2, 2017, pp. 2–12.
2. Ögren P, Leonard NE (2005) A convergent dynamic window approach to obstacle avoidance. IEEE Trans Robot 21(2): pp. 188–195.
3. Human Leg Detection from Depth Sensing, Andrei Lucian, Andreea Sandu, Radu Orghidan. Conference: 2018 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR), pp. 2–6.
4. T. Dean, M. Ruzon, M. Segal, J. Shlens, S. Vijayanarasimhan, J. Yagnik, et al. Fast, accurate detection of 100,000 object classes on a single machine. In Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2013 IEEE Conference on, pp. 18–23.
5. D. Erhan, C. Szegedy, A. Toshev, and D. Anguelov. Scalable object detection using deep neural networks. In Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2014 IEEE Conference on, с. 2155–2162. IEEE, 2014
6. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. Joseph Redmon, Santosh Divvalay, Ross Girshick, Ali Farhadi, Университет Вашингтона. – 2016. – pp. 3–10.
7. Программа labImg. Пакет программ на Github. [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/tzutalin/labImg> (дата обращения: 16.02.2022).
8. Google collab. [Электронный ресурс]. – URL: <https://colab.research.google.com> (дата обращения: 18.02.2022).



## ЛОКАЛЬНАЯ НАВИГАЦИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА МЕТОДОМ РАДИОПЕЛЕНГАЦИИ

*А.В. Тырышкин, к.т.н, доцент ОАР  
Д.Р. Акбашев студент гр. 8ЕМ01  
Томский политехнический университет  
E-mail: dra3@tpu.ru*

### Введение

В настоящее время в Томской области нет специализированных ферм по выращиванию и сбору клюквы, а болот с дикорастущей клюквой так много, что не хватает рук на ее сборку, и клюква просто гниет на болотах. Установлено, что клюква болотная в Томской и Новосибирской областях – один из доминирующих видов кустарничкового яруса, средняя урожайность которого 117, максимальная 480, в отдельные года 1100 кг/га, а общая площадь всех болот в Томской области составляет 9 157 300 га [1].

Повысить сбор урожая и облегчить работу сборщика мы можем благодаря автоматизации робота, чтоб он мог собирать клюкву без оператора. Но для этого нужно решить множество вопросов, связанных с локальной навигацией робота в условиях болотистой местности.

### Основная часть

Задача мобильного робота по сбору клюквы состоит в том, чтоб собрать максимальное количество ягоды при минимальных затратах, а соответственно нет необходимости проезжать всю площадь болота, а есть смысл сосредоточиться на максимально плодородных участках.

Предлагается использовать два радиомаяка, относительно которых мобильный робот будет определять свое местоположение. Расстоянием между радиомаяками  $L$  и заданная пользователем дальность  $H$ , будет выделять полезную площадь сбора клюквы. Длина сторон  $L$  и  $H$  ограничена дальность работы радиомаяков.

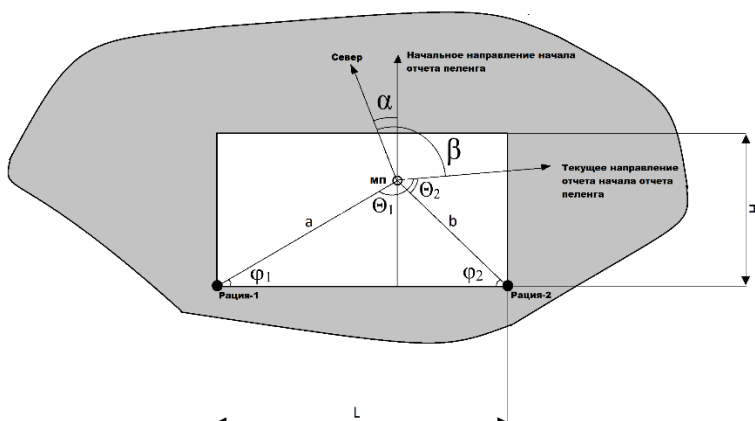


Рис 1. Схема определения углов мобильной платформы относительно радиомаяков

Прямая начального направления отчета пеленга должна быть перпендикулярна линии  $L$  - соединяющей радиомаяки.  $\alpha$  – это угол между направлением на север и прямой начального направления отчета. Угол  $\beta$  вычисляется по ходу работы устройства, при помощи электронного компаса.

Зная углы  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\theta_1$  и  $\theta_2$  мы можем вычислить углы, образуемые отрезком, заключённым между рацией и мобильной платформой с прямой соединяющей координаты расположения раций, а соответственно можем вычислить координаты мобильной платформы:

$$x = \cos(\varphi_1) \cdot a = \cos(\theta_1 + \beta - \alpha - 270) \frac{L \cdot \sin(\varphi_2)}{\sin(\theta_1 - \theta_2)}$$

$$y = \sin(\varphi_2) \cdot a = \sin(90 - \theta_2 - \beta + \alpha) \frac{L \cdot \sin(\varphi_2)}{\sin(\theta_1 - \theta_2)}$$

Для получения данных от радиомаяков и вычисления координат мобильной платформы необходимо разработать устройство способное принимать и обрабатывать радиосигналы.

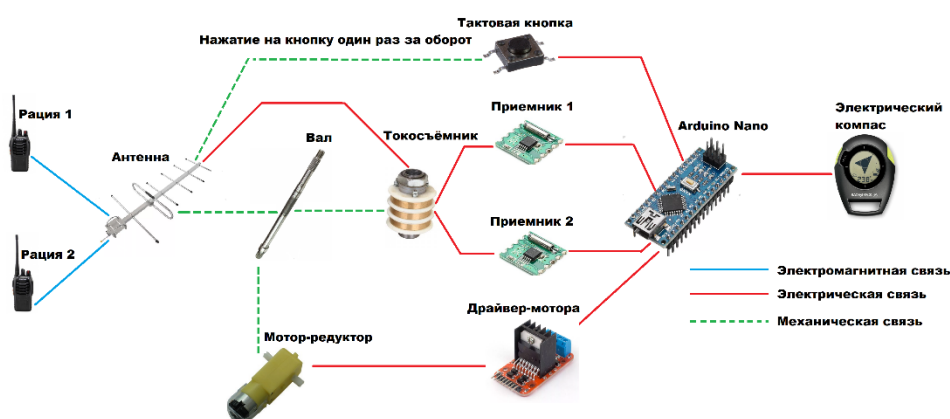


Рис 2. Структурная схема определения локальных координат мобильного робота.

Главными элементами системы являются радиостанции, которые выступают в роли радиомаяков и приёмная антенна. Работоспособность системы в большей степени зависит от характеристики направленности антенны – необходима узконаправленная антенна.

Для вращения антенны используется мотор редуктор способный вращать антенну со скоростью до 60 об/сек - изменять которую можно при помощи драйвера мотора. Когда будет собран макет установки будет необходимо эмпирическим путем определить максимальную скорость при которой будет наиболее точно определяться угол пеленга.

Сигнал с приемной антенны при помощи коаксиального кабеля передается на медные кольца, и в последствии через токосъемники передается в приемное устройство в которых идет выделение полезного сигнала. В последствии выделенный сигнал приходит на входы микроконтроллера для последующей обработки.

Началом отсчета пеленга будет считаться тактовая кнопка. При первом нажатии на кнопку система начинает работу, последующие нажатия сигнализируют о прокрутке антенны на 360°, что позволяет нам определить угловую скорость вращения антенны и как следствие из формулы 1 – пеленг. Кнопка будет механически связана с антенной в момент прохождения направления траверсы над кнопкой.

## Заключение

Разработанная система теоретически должна выдавать результаты достаточные для управления мобильным роботом в условиях болотистой местности и отсутствии развитой инфраструктуры. Однако данное устройство требует дальнейших практических тестов и исследований для определения полных минусов и достоинств данной системы.

Соответственно следующим этапом данной работы будет практическая разработка устройства для радиопеленгации, монтаж и сбор информации для дальнейших исследований.

## Список использованных источников

1. Черкасов, А.Ф. Ключка / А.Ф. Черкасов, В.Ф. Буткус В.Ф., А.Б. Горбунов. – Москва : Лесная промышленность, 1991. – 214 с.
2. Кулес, И. С. Основы Радиопеленгации / И. С. Кулес, М. Е. Старик. – Москва : Советское радио, 1964. – 640 с.
3. Ротхаммель, К. Антенны, Том1( перевод на русский язык) / К. Ротхаммель. – Москва : ., 2005. – 414 с.
4. Ротхаммель, К. Антенны, Том2( перевод на русский язык) / К. Ротхаммель. – Москва : ., 2005. – 615 с.
5. Белоцерковский, Г.Б. Основы радиотехники и антенны, часть 2 / Г.Б. Белоцерковский. – Москва :.Советское радио, 1969. – 327 с.

# ФИЗИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНТОВЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

*А.А. Филипас, к.т.н., доцент ОАР*  
*А.П. Бабошин, студент гр. 8Е01*  
*Томский политехнический университет*  
E-mail: baboshin@tpu.ru

## Введение

Отрасль беспилотных летательных аппаратов активно интегрируется во многие сферы деятельности человека и темпы развития рынка дронов не перестают расти. Согласно данным «АЭРОНЕТ», к 2025 в объем Российского рынка составит более 2.5 млн. устройств и общая капитализация составит более 10 млрд. рублей [1]. Так как основой функционала дрона — это способность к перемещению, для существенного повышения КПД всего беспилотника необходимо повышать КПД и энергоэффективность движителя, в том числе подбирать винты оптимального профиля под заданные эксплуатационные задачи. Существующие методики повышения КПД в полете затрагивают только выбор электрической силовой установки и используют неточные, усредненные математические модели для расчетов факторов аэродинамического влияния на тяговые характеристики движителя, делая упор на конфигурации рабочего тока в силовых установках [2]. Это обусловлено высокой сложностью проведения точных расчетов аэродинамических характеристик винтов и, зачастую, невозможностью получения экспериментальных данных, ввиду труднодоступности аэродинамических труб.

Поэтому целью работы стала разработка компактной физической установки для исследования тяговых характеристик винтовых движителей малых БПЛА (согласно классификации AUVSI) [3], с возможностью протоколирования значений тяги при различных режимах токопотребления, для составления точных математических моделей винтовых движителей на основании экспериментальных данных.

## Описание физической установки

Для решения поставленной задачи по уточнению математических моделей винтовых движителей, были выявлены основные факторы, влияющие на тягу. Согласно уравнению Жуковского, подъемная сила крыла (лопасти) прямо пропорциональна коэффициенту подъемной силы, устанавливаемому экспериментально, поэтому для составления наиболее точных математических моделей необходимо техническое средство проведения эксперимента, способное измерять и протоколировать данные о тяге, токопотреблении и оборотах винтового движителя.

Заявленная физическая установка представляет собой автоматизированный стенд с возможностью ручного и автоматизированного режимов работы. Исследуемый движитель размещается на стойке, находящейся на удалении от опорной плоскости. С обратной от движителя стороны сопряжен тензометрический датчик, производящий измерение тяги. Также стенд включает в себя защитный акриловый экран, выполняющий роль каркаса.

В современных БПЛА с электрической силовой установкой используют только два вида электродвигателей - коллекторные постоянного тока и вентильные. Коллекторные двигатели постоянного тока магнитно-электрического возбуждения не пользуются популярностью из-за низкой надежности [4]. Поэтому физическая установка оборудована ESC контроллером, позволяющим варьировать мощность, подаваемую на вентильный электродвигатель.

Для избегания экранного эффекта при работе исследуемого винтового движителя конструкция физической установки предусматривает расстояние 0.5 метра от движителя до опорной поверхности. Заявленная высота рассчитана исходя из имеющихся исследований влияния эффекта воздушной подушки и усредненного, среднего значения мощности движителей дронов в выбранной весовой классификации [5].

Измерение частоты вращения вала с установленной нагрузкой в виде винта происходит бесконтактным методом, основанным на аппаратных прерываниях ИК оптрона, возникающих при прохождении лопасти между приемником и передатчиком. Интеграция ИК оптрона для измерений частоты вращения рациональнее использования энкодеров контактного и бесконтактного типов, так

как энкодеры имеют минимальный шаг тиков 5 градусов и требуют прямого сопряжения с валом силовой установки. Погрешность в 5 градусов означает точность измерений около 1.4%, в то время как период релаксации используемого ИК фотоприемника позволяет измерять частоту оборотов до 12 тыс. в минуту без погрешностей, согласно исследованию сегнетоэлектрических релаксоров [6].

Управление установкой осуществляется в ручном и автоматизированном режимах. Конструкция и программное изделие позволяют управлять установкой в ручном режиме посредством потенциометра, элементов управления и экрана для отображения токопотребления, тяги и оборотов. Автоматизированный режим работы обеспечивается программным управлением установкой и протоколированием снимаемых данных посредством КОМ-порта.

Управляющими устройствами выступают ATmega2560 и ATmega328p, соединенных i2c интерфейсом.

Структурная схема заявленного устройства представлен на рисунке 1.

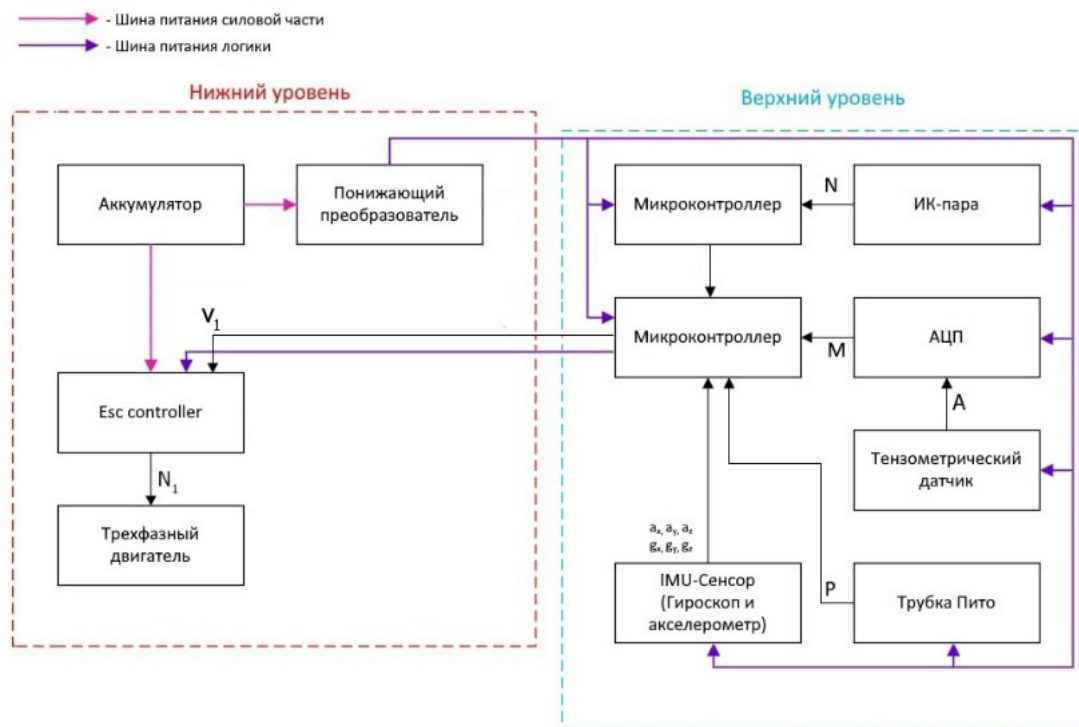


Рис. 1. Структурная схема

## Заключение

По результатам тестирования были зафиксированы статистические данные исследуемого винтового движителя. Полученные данные применимы для составления и верификация математической модели, так как были получены напрямую с выходных параметров исследуемого объекта.

Физическая установка позволяет составлять математические модели в рамках теории идеального винта [7], без учета флуктуаций потока и атмосферы, что делает невозможным формирование наиболее точных математических моделей воздушных винтов.

## Список использованных источников

1. Анализ существующего состояния международного и отечественного рынка применений БАС гражданского назначения [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://nti-aeronet.ru/blog/2019/04/15/analiz-sushhestvujushhego-sostojanija-mezhdunarodnogo-i-otechestvennogo-gynka-primenenij-bas-grazhdanskogo-naznachenija/>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения 20.01.2022).
2. Иголкин Д.С, Масько А.Н., Сухов В.В. Алгоритм выбора параметров электрической силовой установки беспилотного летального аппарата с учетом маршрута полёта // Информационные системы, механика и управление. - 2015. - №13. - С. 98-110.

3. Классификация UVS International [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <https://arsenal-info.ru/b/book/3398882726/14>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения 20.01.2022).
4. Иголкин Д.С, Крылов А.А., Иванов М.С. Современное состояние и перспективы развития силовых установок беспилотных летательных аппаратов // Военная мысль. - 2019. - №4. - С. 57-72.
5. Марашан М.В. Экранный эффект: разработка экспериментальной методики определения аэродинамических характеристик моделей с учетом влияния экрана // Молодой ученый. - 2015. - №24. - С. 157-160.
6. Чабанов Ю.А., Я.И. Пешев. Бесконтактное измерение угловых перемещений и частоты вращения электродвигателя // Вестник самарского государственного технического университета. Серия «технические науки». - 2013. - №2. - С. 223-227.
7. Работа НВ с позиции импульсной теории [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <https://infopedia.su/17xafcc.html>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения 20.01.2022).

# РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПЛИС ПОТОКОВОГО ПРОЦЕССОРА ОБРАБОТКИ ПРОТОКОЛА ЛОГИЧЕСКОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

*С.В. Леонов, к.т.н., доцент,  
С.В. Говорухин, студент гр. 8ЕМ01  
Томский политехнический университет  
E-mail: svg4@tpu.ru*

## **Введение**

При реализации системы на кристалле средствами программируемых логических интегральных схем имеет место быть проблема взаимодействия разрабатываемой системы с внешними узлами и устройствами. Для решения данной задачи создаются собственные интерфейсы или применяются готовые решения, в зависимости от особенностей задачи.

Системы, встраиваемых в робототехнические комплексы, практически всегда реализуются с собственными протоколами информационного и логического взаимодействия, а также критерий жесткости времени играет не последнюю роль. По этой причине оправдана реализация собственного модуля интерфейса для обработки протокола логического и информационного взаимодействия – потокового процессора.

## **Реализация потокового процессора**

Задачи, стоящие перед потоковым процессором схожи с задачами, решаемыми вычисляющим процессором [1], за исключением прямого взаимодействия с обслуживаемым интерфейсом, ниже перечислены основные задачи и ключевые особенности.

Задачи потокового процессора:

- 1) декодирование инструкций и выделение данных из входящего потока;
- 2) выполнение инструкций;
- 3) взаимодействие с памятью;
- 4) формирование исходящего потока.

Особенности потокового процессора:

- 1) отсутствие АЛУ;
- 2) отсутствие счётчика команд;
- 3) отсутствие вектора прерываний;
- 4) единое и заведомо известное время выполнения инструкций;
- 5) прямое взаимодействие с интерфейсом;
- 6) малый размер при реализации на ПЛИС;

Для реализации потокового процессора был использован ПЛИС Intel Cyclone IV, разработка производилась в среде Quartus Prime 18.0.0 на языке Verilog.

Основным алгоритмом работы потокового процессора является алгоритм конечных автоматов, выполненный в виде автомата Мура, по этой причине выходы состояний и переходы на следующее состояния формируются исключительно на следующем такте после события перехода [2].

Диаграмма состояний конечного автомата потокового процессора представлена на рисунке 1.

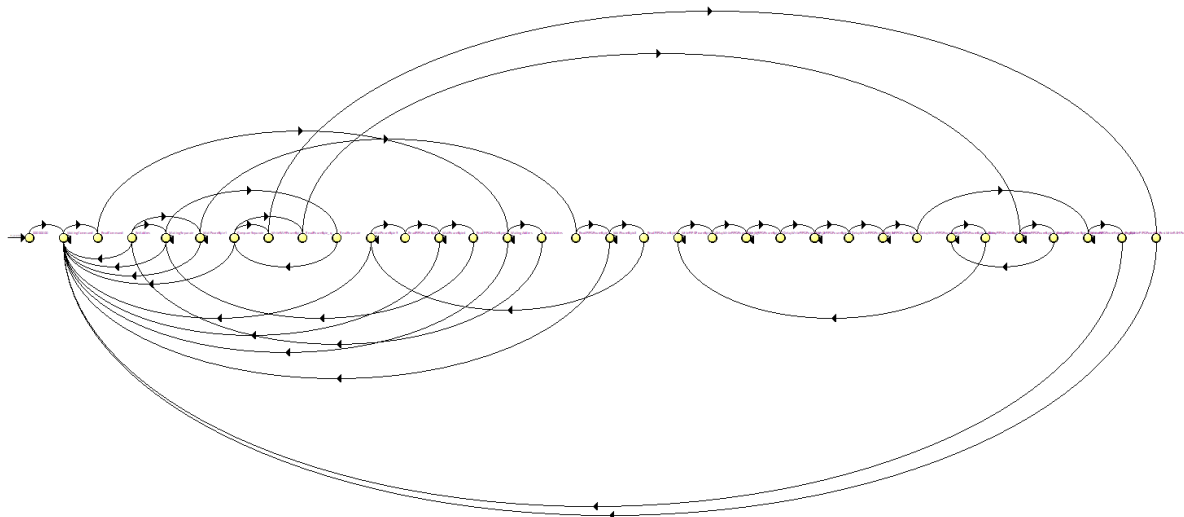


Рис. 1. Диаграмма состояний потокового процессора

Для обработки некоторых внешних сигналов процессора, скорость и синхронность распространения которых не критична, сформирована комбинационная схема, что позволяет исключить избыточные состояния автомата и сократить время его работы.

Так как процессор обрабатывает поток информации, а поток может прерваться, не передав полный пакет, то был реализован механизм сторожевого таймера, который сбрасывает состояние конечного автомата на начальное.

Реализуемый процессор спроектирован для интеграции в систему на кристалле, имитирующую работу бесколлекторного двигателя постоянного тока (БДПТ) с регулятором скорости оборотов. В рамках данной системы процессор выполняет следующие задачи:

- 1) принимает поток данных по последовательному асинхронному интерфейсу;
- 2) декодирует инструкции;
- 3) при инструкции записи, изменяет уставки регулятора модели двигателя;
- 4) при инструкции чтения, формирует исходящий поток со значением скорости модели двигателя;

### Тестирование потокового процессора

Для проверки надёжности спроектированного потокового процессора необходимо провести комплекс тестов, по этой причине было разработано специализированное программное обеспечение средствами фреймворка QT, на языке C++.

Окно программы тестирования потокового процессора представлено на рисунке 2.

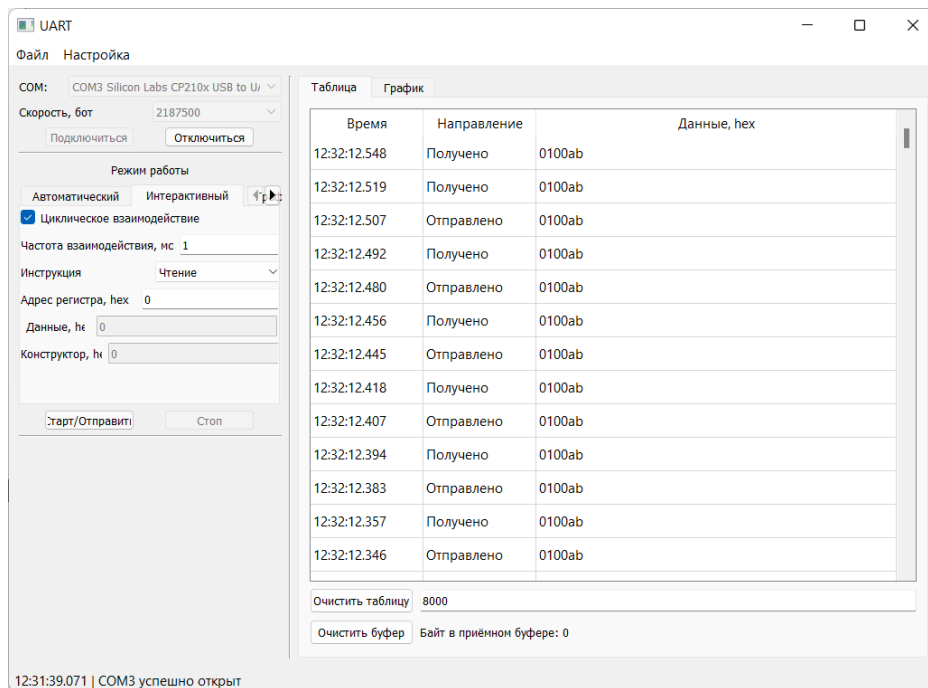


Рис. 2. Окно программы тестирования работы потокового процессора

Тестирование проводилось путём записи числа в регистр памяти, а затем подачи 4000 инструкций чтения значения из памяти с интервалом в 1мс на максимальной скорости для микросхемы физического уровня (2187500 бот).

В результате тестирования было получено 4000 значений, хранимых в запрашиваемом регистре памяти, соответствующих ранее записанному.

### Заключение

В результате проведения тестирования можно сделать вывод о том, что разрабатываемый потоковый процессор корректно выделяет и декодирует инструкции из входящего потока, а также корректно формирует исходящий поток данных.

### Список использованных источников

1. Дэвид Х., Сара Х. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера // Издательство Morgan Kaufman. 2015 – 927 с.
2. Clifford E. Cummings. Finite State Machine (FSM) Design & Synthesis using SystemVerilog - Part I // SNUG-2019. – 74с.



## РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА УПРАВЛЕНИЯ ПАК «ШАРИК В ТРУБЕ»

*А.В. Сичкаренко, ст. преподаватель, кафедра АПП*

*М.Г. Иванов, магистрант*

*Карагандинский технический университет,*

*E-mail: mihail.spase@gmail.com*

### Введение

Объектом управления является ПАК «Шарик в трубе», демонстрирующий работу системы автоматического регулирования (САР) позиционирования шара потоком воздуха.

Задача работы заключается в выработке требований к управляющей программе ПАК, реализации диалогового режима и фиксации регулируемого позиционирования шара в режиме реального времени.

Учебный стенд служит для использования в учебном процессе, в качестве наглядного примера работы САР позиционирования объекта. [1]

Функциональная модель стенда приведена на рисунке 2.

### Программная часть

Исходя из задач управления стендом сформулируем структуру программного интерфейса:

- 1) диалоговое окно с пользователя;
- 2) окно регулятора САР;
- 3) сенсорный ввод данных;
- 4) графический вывод данных.

Управляющая программа реализована на языке программирования Python 3. Наличие подключаемых библиотек упрощает процесс написания программы.

В реализации программы участвовали следующие библиотеки:

- 1) «GPIO» - интерфейс для связи между компонентами компьютерной системы; [2]
- 2) PyQt — набор расширений (биндингов) графического фреймворка Qt для языка программирования Python, выполненный в виде расширения Python; [3]
- 3) Matplotlib — библиотека на языке программирования Python для визуализации данных двумерной (2D) графикой. [4]

На рисунке 1 виден вид главного окна программы.

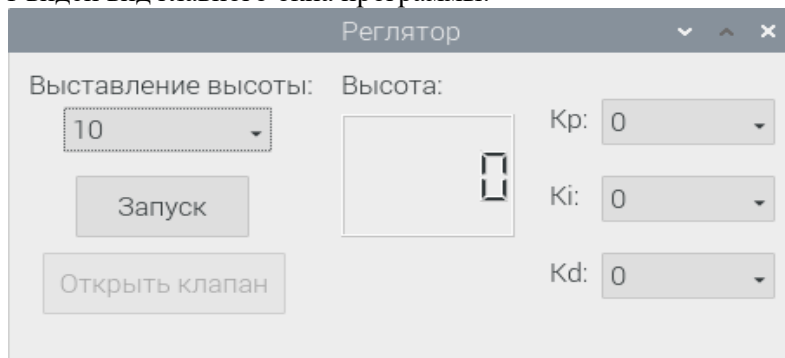
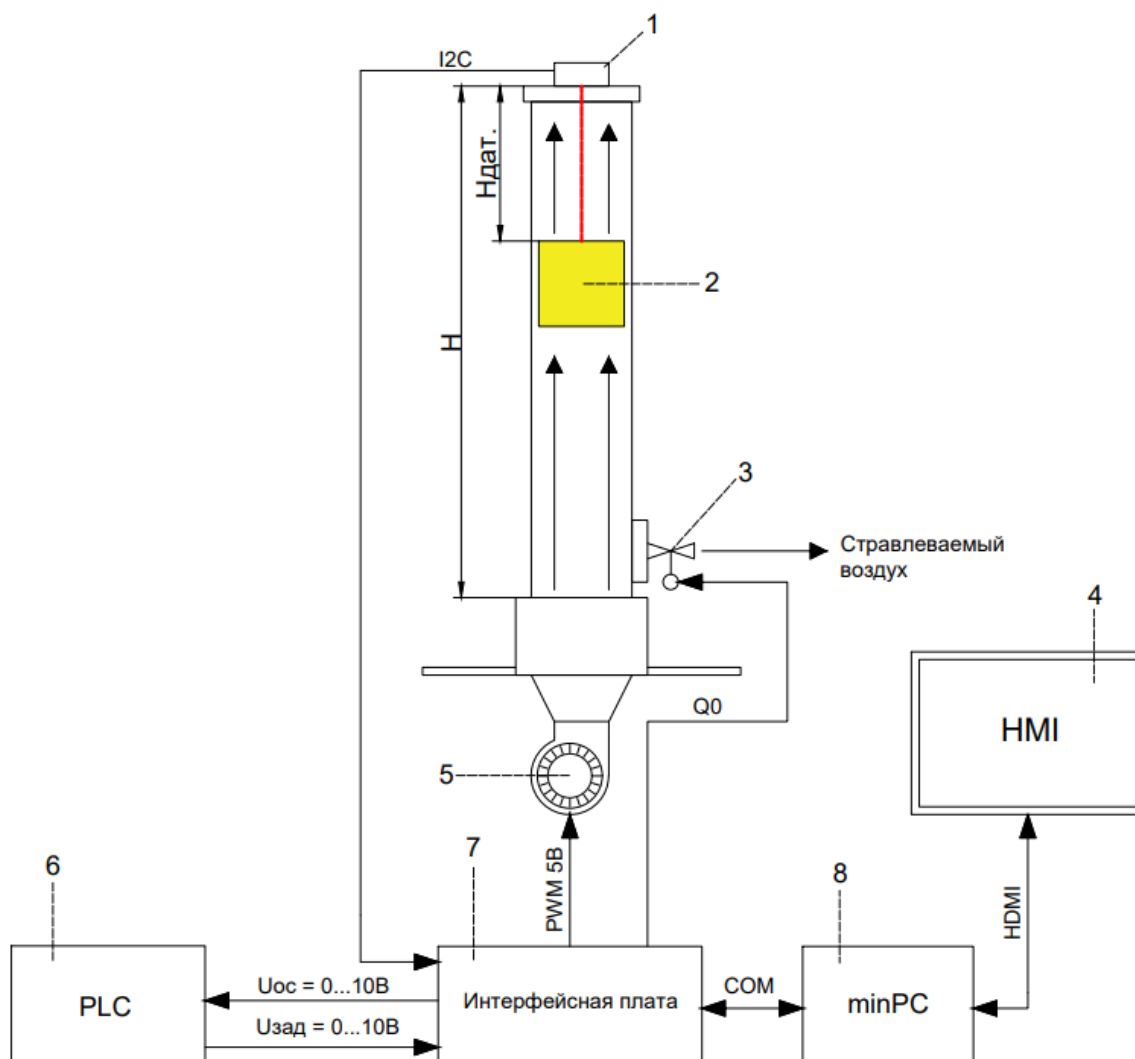


Рис. 1. Диалоговое окно.

На ней представлена области задания положения шарика, задание коэффициентов регулятора и запуск возмущающего воздействия. Кнопка запуск инициализирует работу всей системы регулирования с графическим выводом результатов регулирования.



1 – лазерный измеритель расстояния; 2 – объект регулирования; 3 – клапан (возмущающее воздействие); 4 – сенсорная панель, отображающая результаты работы САР; 5 – двигатель постоянного тока (нагнетатель воздуха);

6 – внешний контроллер, который может выполнять роль регулятора;

7 – интерфейсная плата, распределяющая сигналы по всему стенду;

8 – миникомпьютер, осуществляющий управление всем стендом.

Рис.1. Функциональная модель установки «Левитация в трубе»

## Заключение

В статье была рассмотрена функциональная структура ПАК «Шарик в трубе». Дана информация по вспомогательным библиотечкам, которые упрощают реализацию программной части стенда. Как итог была представлена интерфейсная часть программы по управлению комплексом.

## Список использованных источников

1. Вклад молодежной науки в реализацию Стратегии «Казахстан-2050»: Труды Республиканской студенческой научной online конференции 8-9 апреля 2021 г. Министерство образования и науки РК; Карагандинский технический университет. - Караганда: Изд-во КарТУ, 2021 – 426 с
2. GPIO [Электронный ресурс]: Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPIO>
3. PyQt [Электронный ресурс]: Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PyQt>
4. Matplotlib [Электронный ресурс]: Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Matplotlib>

# МОДЕЛИРОВАНИЕ 3-Х СЕКЦИОННОЙ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ С СИСТЕМОЙ ОПОРНОГО ОБЕЗВЕШИВАНИЯ

*Н.А. Козлова, студент гр. 8Е92*  
*А.С. Беляев, ассистент ОАР, ИШИТР*  
*Томский политехнический университет*  
E-mail: nak72@tpu.ru

## Введение

Космическая промышленность, несомненно, является одной из важнейших отраслей, вследствие чего исследования в данной области крайне востребованы и необходимы. Так как запуск космических аппаратов представляет из себя трудоемкий и дорогостоящий процесс, требуется проводить ряд испытаний и тестов в земных условиях, чтобы точно обеспечить работоспособность техники на орбите. Однако, в отличие от условий космоса, в земных существует сила тяжести, которая оказывает значительное влияние на раскрытие панелей. Поэтому для получения достоверных результатов необходимо применять системы обезвешивания, компенсирующие вес панелей, тем самым создающие имитацию невесомости.

Одной из таких систем является проект, разработанный в Томском политехническом университете [1-4], где для компенсации веса односекционной солнечной панели используются роботизированные мобильные платформы. Выбор в качестве объекта обезвешивания одной секции солнечной батареи является базовой задачей, показывающей работоспособность системы обезвешивания. Но в виду конструкторских ограничений на расстановку опорных систем в начальном положении под солнечными панелями, следует рассмотреть функционирование подобных систем с более конструктивно сложными элементами космических аппаратов, состоящими минимум из 3-х элементов, основным представителем которых является 3-х секционная солнечная батарея. Поэтому целью данной работы является доработка модели системы обезвешивания для 3-х секционной солнечной батареи.

## Разработка модели

Для моделирования системы обезвешивания, как и в предыдущих работах [1-4], было использовано библиотека Simscape Multibody программного комплекса Simulink Matlab. Полученное схемотехнически-визуальное представление модели с разных ракурсов представлено на рисунке 1.

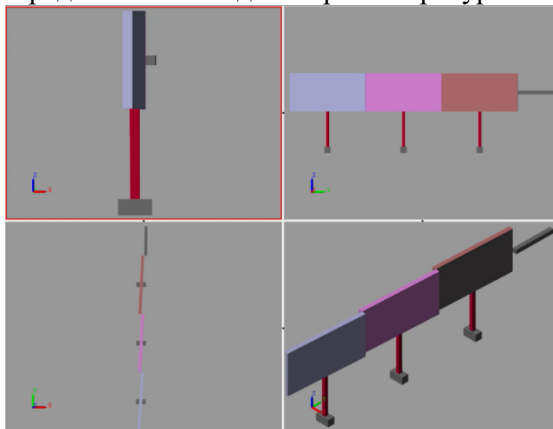


Рис.1. Модель системы обезвешивания для 3-х солнечных панелей в Matlab

Данная модель состоит из двух больших подсистем: имитационной модели обезвешиваемого космического аппарата, а также блока с тремя опорными системами обезвешивания с встроенными в них системами управления по отклонению стойки от вертикального положения.

Модель обезвешиваемого элемента также делится на 4 подсистемы, описывающие три солнечных панели и балку, присоединенную к корпусу. Все панели соединены между собой с помощью шарниров, имеющих 2 степени свободы: вращение по оси Z и перемещение по оси X, а также каждая из них обладает собственным блоком с системой раскрытия. Схема модели секции солнечных панелей, а также пример одной из созданных подсистем приведены на рисунке 2.

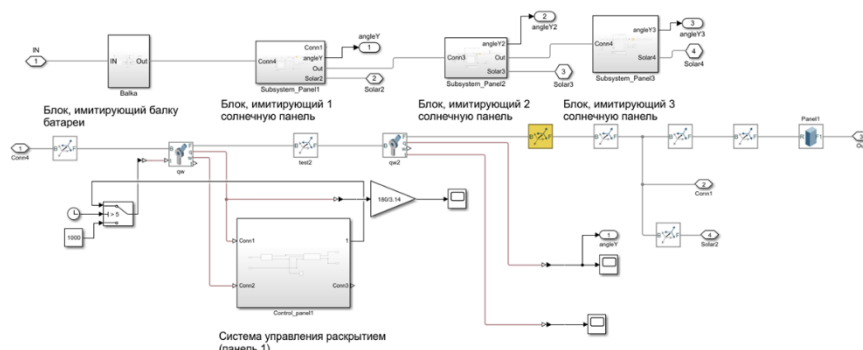


Рис. 2. Схема динамической модели секции солнечных панелей

### Работа модели

Для тестирования полученной имитационной модели была выбрана одна из основных траекторий раскрытия, а именно – параллельное раскрытие, когда все панели начинают раскрываться одновременно, вследствие чего фиксация всех элементов происходит также в одно время. Траектория движения представлена на рисунке 3.

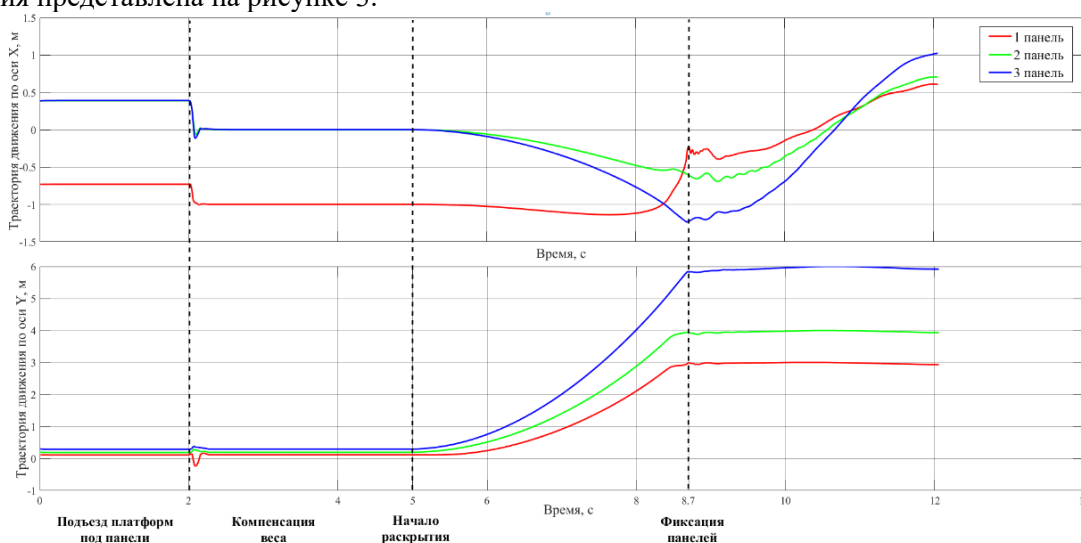


Рис. 3. Полученный график траекторий движения панелей по оси X и Y

### Заключение

Результатом данной работы является создания модели системы обезвешивания для 3-х солнечных панелей в среде Matlab Simulink с применением расширения Simscape Multibody. Данная имитационная модель позволяет проводить исследования разных режимов раскрытия при различных параметрах обезвешиваемого элемента, осуществить расстановку опорных систем не под центрами масс, а также определить качество процесса обезвешивания в динамическом режиме.

### Список использованных источников

1. Беляев, А. С. Проектирование системы опорного активного обезвешивания элементов космического корабля с применением matlab simulink / А. С. Беляев, А. В. Тырышкин, А. А. Филипас // УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ КНАГТУ. — 2020. — № 47. — С. 34-41.
2. Sumenkov O. Y., Belyaev A. S. Comparison of control methods for inverted 2-degree of freedom pendulum mounted on the cart. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021, vol. 1118 no. 1, 12017. doi:10.1088/1757-899x/1118/1/012017
3. Belyaev A.S., Sumenkov O.Yu. Hybrid control algorithm based on LQR and genetic algorithm for active support weight compensation system, IFAC-PapersOnLine, vol. 54, no. 13, 2021, pp. 431-436, ISSN 2405-8963, doi:10.1016/j.ifacol.2021.10.486
4. Беляев А.С., Филипас А.А., Цавнин А.В., Тырышкин А.В. Методика расчета системы обезвешивания крупногабаритных трансформируемых элементов космических аппаратов при наземных испытаниях // Сибирский аэрокосмический журнал. 2021. №1.

# АЛГОРИТМ ГЕНЕРАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТОЧЕК В ЗАДАЧЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ

*Я.О. Кургинов, студент гр. 8ЕМ02*  
*А.А. Филипас, к.т.н., доц.*  
*Томский политехнический университет*  
E-mail: yok9@tpu.ru

## Введение

При проведении диагностических операций электромеханических преобразователей необходимо измерять внешнее магнитное поле [1]. Известны решения для ручного измерения магнитного поля путем установки большого количества датчиков в нужные точки измерения, а также применение автоматизированных систем позиционирования измерительных элементов на основе трехкоординатного портала [2]. Недостатком в первом случае является низкая точность ручной установки датчиков и ограниченная область измерения во втором. Для увеличения точности позиционирования измерительного устройства в пространстве, обеспечения гибкости в изменении области исследования магнитного поля и повторяемости эксперимента рациональным является применение промышленных роботов-манипуляторов для автоматизации проведения измерительного процесса.

Одной из ключевых задач, которые необходимо решить при автоматизации процесса измерения магнитного поля, является генерация точек измерения. Данная задача обусловлена тем, что, ввиду конечных геометрических размеров измерительного щупа, или зонда, а также разнообразия геометрических форм объектов измерения, необходимостью изменения области измерения в процессе исследования и большого количества измерительных точек, ручное программирование робота требует больших временных затрат от оператора.

## Описание системы и исходных данных

Предлагаемая система для исследования магнитных полей состоит из робота-манипулятора с шестью степенями свободы, щупа с чувствительным элементом, измерительного прибора, обрабатывающего сигналы с щупа, электронно-вычислительной машины, осуществляющей синхронизацию каналов измерения и позиционирования щупа, а также источник магнитного поля, расположенный в рабочей области робота.

В качестве входных данных для алгоритма генерации точек используется:

- 3D модель желаемой области исследования  $A$ ;
- 3D модель, описывающая геометрическую конфигурацию измерительного щупа  $B$ ;
- 3D модель источника магнитного поля  $C$ ;
- Шаг сетки дискретизации по осям  $X, Y, Z$ .

Предлагаемый алгоритм выполняет следующие функции:

- Выявление подобласти  $\bar{A} \subseteq A$ , куда возможно позиционирование измерительного щупа;
- Разбиение выделенной подобласти  $\bar{A}$  на точки с заданным шагом сетки.
- В ходе разработки алгоритма были сделаны следующие допущения:
- Измерение вектора магнитной индукции происходит в трех ортогональных проекциях;
- Объект измерения  $C$  представляет собой выпуклое твердое тело.

## Описание алгоритма

На начальном этапе алгоритма необходимо выделить область измерений  $\bar{A}$ , в которой, ввиду конечных геометрических размеров измерительного щупа, его невозможно позиционировать. Для этого выполняется укрупнение исходного объекта измерения, реализованное с помощью аппарата сумм Минковского [3, 4]. Полигональная 3D модель объекта измерения  $C$  складывается с моделью щупа  $B$ , которая, ввиду предположения об ортогональности измерений, представлена в виде куба:

$$\mathbf{D} = \mathbf{C} \oplus \mathbf{B}$$

Далее вычисляется Булева разность желаемой области измерений и результата суммы Минковского:

$$\bar{\mathbf{A}} = \mathbf{A} \setminus \mathbf{D}$$

В результате получается область, которую алгоритм будет разбивать на точки.

Вторым этапом является генерация точек измерения внутри полученной области  $\bar{\mathbf{A}}$ . Сначала строится минимальный параллелепипед, описанный вокруг области  $\bar{\mathbf{A}}$ . Параллелепипед разбивается на регулярную сетку с заданным шагом. Полученный массив точек проверяется на принадлежность исходной области  $\bar{\mathbf{A}}$ , точки не входящие в нее – исключаются.

Таким образом получается набор точек, принадлежащей области  $\bar{\mathbf{A}} \subseteq \mathbf{A}$ , в которой возможно провести измерения. Управляющая программа для робота манипулятора на основании полученных точек может генерироваться автоматически.

На рисунке 1 представлены полигональные модели входных данных для алгоритма, на рисунке 2 представлены промежуточные этапы выполнения шагов алгоритма и его результат.

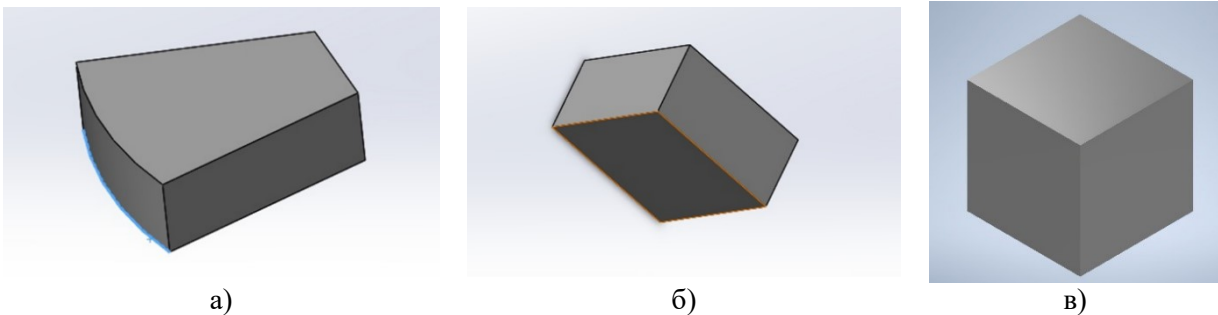


Рис. 1. Модели исходных данных а) объекта измерения – области  $\mathbf{A}$  (постоянный магнит) б) области исследования – области  $\mathbf{C}$  (параллелепипед) в) модели щупа – области  $\mathbf{B}$  (куб 8x8x8)

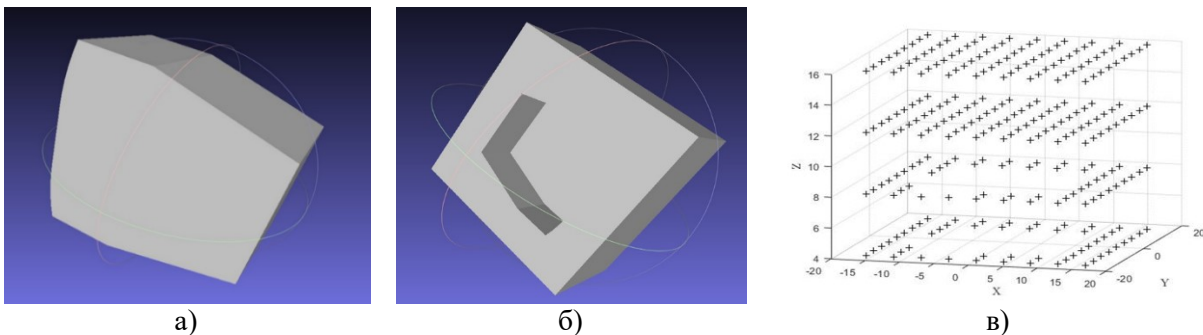


Рис. 2. Результаты работы алгоритма а) вычисления суммы Минковского  $\mathbf{D}$  б) Булевого вычитания  $\bar{\mathbf{A}}$  в) разбиения области  $\bar{\mathbf{A}}$  на точки

### Заключение

В рамках данной работы был разработан алгоритм генерации измерительных точек при проведении автоматизированного исследования магнитных полей в пространстве. Продемонстрирована работоспособность алгоритма. Следует отметить, что применения данного алгоритма не ограничиваются на выпуклых объектах исследования, т.к. алгоритм может частично использоваться при исследовании невыпуклых объектов, для которых построена выпуклая оболочка. В данном случае алгоритм может применяться для частичной генерации точек измерения за пределами выпуклой оболочки исходного объекта.

#### **Список использованных источников**

1. Shernazarov, Safar, Yakubova, Dilduza. (2019). ДИАГНОСТИКА АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ.
2. Пат.2174235 Российская Федерация, МПК G 01 R 33/02. Устройство для измерения периодических магнитных полей и получения их распределения в пространстве / Жильников Т.А., Жулев В.И., Каплан М.Б.; заявитель и патентообладатель Рязанская государственная радиотехническая академия. – №2000118511/09; заявл. 11.07.2000, опубл. 27.09.2001.

# РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА ТИПОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПО ПОКАЗАНИЯМ ТОКОВ С ДВИГАТЕЛЕЙ

*О.Ю. Кушнарев, студент гр. 8Е92,  
А.С. Беляев, ассистент ОАР  
Томский политехнический университет  
E-mail: oyk4@tpu.ru*

## Введение

Ввиду того, что мобильные роботы выходят в естественные outdoor условия, где окружающая среда существенно влияет на характер их перемещения, актуальной остаётся проблема появления ошибок управления и позиционирования. Яркий пример подобной ситуации произошёл в конце 2021 года в Эстонии, когда группа роботов-доставщиков застряла в снегу [1]. По этому видео можно судить о том, что данные роботы не были оснащены алгоритмами приспособления к меняющимся условиям среды, что и помешало им продолжить движение. Одним из принципов выявления и устранения подобного рода проблем является применение предварительного классификатора подстилающей поверхности [2] и использование его для создания моделей передвижения робота.

Целью данной работы является создание классификатора поверхностей на основе алгоритма нечеткой логики для мобильной платформы Festo Robotino.

## Сбор и анализ данных

По проведенным ранее экспериментам на тестовом полигоне [2, 3], были выбраны три основных типа поверхности: тип 1 – мягкий, частично гладкий, резиновый материал; тип 2 – жесткий рельеф с неплотным заполнением, который способствует погружению в него колес; тип 3 – ровная поверхность из древесного материала.

По результатам работ [2, 3, 4] было выяснено, что ток является одной из основных характеристик, показывающих трудоемкость движения по разным поверхностям и позволяющих судить о их разделимости. Учитывая это, были выбраны эксперименты с разными типами движения и для них построены диаграммы размаха токов с каждого двигателя для всех типов поверхностей, пример показан на рисунке 1. На диаграммах: верхняя и нижняя граница прямоугольника соответственно 75 и 25 перцентиль, черные границы над и под прямоугольником – максимальное и минимальное значение в выборке, черта внутри прямоугольника – медианное значение, «+» над и под прямоугольником – выбросы.

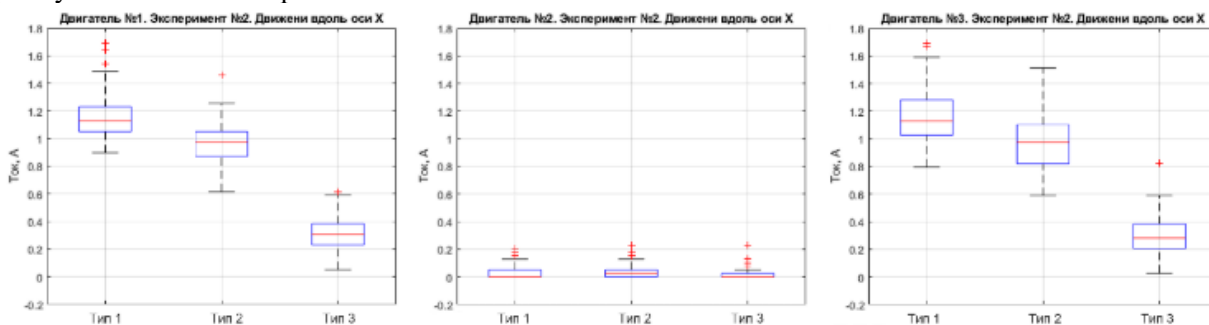


Рис. 1. Пример диаграмм размаха

Поскольку значения токов пересекаются небольшой областью диапазонов, то определение типа поверхности в данной области классической логикой невозможно. В связи с этим, было принято решение использовать нечеткую логику.

## Разработка и проверка классификатора

Для создания классификатора был выбран алгоритм Такаги-Сугено, в котором выходные переменные представлены в виде функциональных зависимостей от входных переменных. В качестве входных переменных были выбраны: три задающие скорости робота в локальной системе координат ( $X$ ,  $Y$ ,  $\omega$ ) и показания токов с 3 двигателей.



На основе полученных закономерностей, описанных как нормальное распределение, были найдены среднее значение и дисперсия для значений токов по каждой поверхности у каждого двигателя для построения соответствующих функций принадлежности с помощью инструмента Fuzzy Toolbox. Пример получившихся графиков функции принадлежности показан на рисунке 2. Вид линий отвечает за тип поверхности, а подпись графиков – за вид движения, для которого характерны эти показания токов.

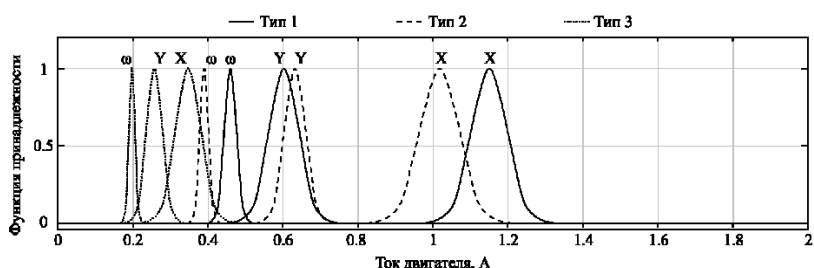


Рис. 2. Пример графика функции принадлежности

Закономерности, полученные при анализе диаграмм размаха, были использованы для составления двух наборов правил алгоритма нечеткой логики: упрощенного (24 правила) и расширенного (58 правил). В первом наборе каждое правило включало в себя только показания токов одного двигателя, а в расширенном – учитывалась информация со всех двигателей. Классификатор был проверен на данных, снятых с работа во время предыдущих экспериментов. Упрощенный набор правил показал приемлемую точность, которая оказалась выше, чем у расширенного. Соответствующие проценты ошибок 26% и 33%. Подробнее результаты раскрыты в таблице 1.

Таблица 1. Результаты проверки алгоритма

Набор правил	Упрощенный		Расширенный	
	Ошибки	Кол-во измерений	Ошибки	Кол-во измерений
Тип 1	283	753	289	753
Тип 2	272	755	407	755
Тип 3	38	749	40	349
Итого	593	2257	736	2257
Процент ошибки	26%		33%	

### Заключение

Разработанный классификатор допускал преимущественное количество ошибок при определении 1 и 2 типа поверхности. При использовании упрощенного набора правил данные ошибки были распределены почти в равной мере между двумя поверхностями, что можно объяснить общей неточностью алгоритма. При использовании расширенного набора большая часть ошибок пришлась на 2 тип поверхности, это может говорить о потребности в корректировке и увеличении количества правил.

В качестве возможностей для дальнейшего развития стоит рассмотреть добавление в существующий классификатор таких параметров, как токи по осям движения мобильной платформы, показания суммарного тока.

### Список использованных источников

1. An Inch of Snow Proves Too Much for Six-Wheeled Delivery Robots, Amusement Ensues [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autoevolution.com/news/an-inch-of-snow-proves-too-much-for-six-wheeled-delivery-robots-amusement-ensues-176050.html>. – Дата доступа: 20.12.21.
2. Andrakhanov, A., Belyaev, A. GMDH-based learning system for mobile robot navigation in heterogeneous environment (2018) *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 689, pp. 1-20.
3. Belyaev, A.S., Brylev, O.A., Ivanov, E.A. Slip detection and compensation system for mobile robot in heterogeneous environment (2021) *IFAC-PapersOnLine*, 54 (13), pp. 339-344.
4. Reina, G., Ojeda, L., Milella, A. and Borenstein, J. (2006). Wheel slippage and sinkage detection for planetary rovers. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 11(2), pp.185–195.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА «ОДНОСЕКЦИОННАЯ СОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ»

*Д.К. Новиков, студент гр. 8Е92,  
А.С. Беляев, ассистент ОАР,  
Томский политехнический университет  
E-mail: dkn3@tpu.ru*

### Введение

Разработка космического аппарата (КА) является довольно дорогостоящей, поскольку его функционирование происходит в экстремальных условиях космоса, где требования к надежности крайне высоки, поскольку даже небольшая поломка может привести к выходу из строя КА [1]. Как следствие это ведет к существенным экономическим потерям ввиду необходимости повторного создания КА и его отправки. Следовательно, все элементы КА проверяют на работоспособность и надежность в земных условиях. Одним из основных элементов КА является раскрытие трансформируемых систем: солнечных батарей, рефлекторов антенн и др., тестирование которых в земных условиях производят с использованием систем обезвешивания, имитирующие условия близких к космосу за счет компенсации веса элементов КА. Для отработки процесса работы данных систем обезвешивания необходимо разработать стенд физического подобия трансформируемых элементов КА. Поэтому целью данной работы является создание стенда физического подобия односекционной трансформируемой солнечной батареи, как типового трансформируемого элемента КА.

### Описание модели стенда

Разрабатываемый стенд состоит из солнечной панели и балки, которая с одной стороны крепится к КА, а с другой стороны к солнечной панели.

Разработка самой модели солнечной батареи началась с трехмерного моделирования в САПР Inventor. В состав модели вошли балка, крепящаяся к КА, и одна рама для панели – такая конструкция используется на некоторых запускаемых спутниках – такая же конструкция будет использоваться и в самом стенде, чтобы не отходить от используемых решений [2].

После трехмерного моделирования данные звенья были собраны для физического стенда. Трапедия и рама собраны из металлических уголков, имитируя солнечную батарею КА. Трехмерная модель стенда солнечной панели и стенд физического подобия представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Трехмерная модель стенда (слева) и стенд физического подобия (справа)

### Описание модели шарниров с зачековкой

Для крепления звеньев между собой было необходимо разработать модель шарниров, которые позволяли бы приводить стенд батареи в сложенное состояние, а также производить зачековку, как это делается и на настоящих КА [2] [3] [4]. Под зачековкой понимается фиксация положения раскрываемого элемента КА в заданной финальной позиции.

Разработка трехмерной модели шарнира с зачековкой также производилась в САПР Inventor. Для физического стенда было решено изготавливать шарниры из PLA пластика с применением технологии 3D печати. Были произведены расчеты прочности шарнира при нагрузке в четыре солнечных панели весом 10 кг, с помощью которых удалось получить геометрические размеры модели: внутренний (1) и внешний (2) диаметры частей шарнира и его высоту (3).

$$\begin{aligned}
[\sigma_{расм}] &= 55.3 \text{ МПа} \\
[\sigma_{Иззуб}] &= [\sigma_{расм}] \\
F_{\max} &= 4 \cdot 10 \text{ Кг} \cdot 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} = 392 \text{ Н} \\
\frac{F_{\max}}{S} &\leq [\sigma_{Иззуб}] \rightarrow \frac{392 \text{ Н}}{\pi d^2} \leq 55.3 \text{ МПа} \rightarrow d \geq 3 \text{ мм} \quad (1) \\
\frac{F_{\max}}{S} &\leq [\sigma_{Иззуб}] \rightarrow \frac{4 \cdot 392 \text{ Н}}{\pi(d^2 - (20 \text{ мм})^2) - \frac{3}{4}(4 \text{ мм})^2} \leq 55.3 \text{ МПа} \rightarrow d \geq 20,5 \text{ мм} \quad (2) \\
\frac{F_{\max}}{S} &\leq [\sigma_{Иззуб}] \rightarrow \frac{392 \text{ Н}}{40 \text{ мм} \cdot x} \leq 55.3 \text{ МПа} \rightarrow x \geq 5 \text{ мм} \quad (3)
\end{aligned}$$

После проведения расчетов были сформированы модели и проведена проверка на прочность. Трехмерные модели частей шарнира и их исследование на прочность представлены на рисунке 2.

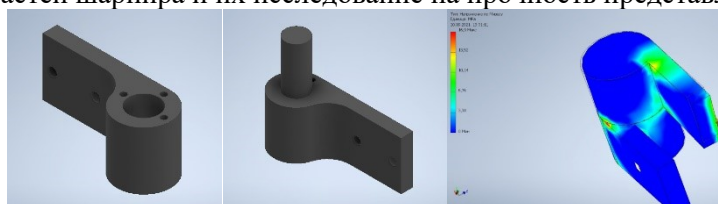


Рис. 2. Трехмерные модели частей шарнира и проверка прочности (справа)

Разработанная модель шарнира состоит из двух частей, которые вставляются одна в другую для обеспечения оси вращения. Разработанный шарнир не только обеспечивает вращение звеньев, но и зачековку для окончания процесса раскрытия. Для универсальности использования данного шарнира в верхней его части были предусмотрены отверстия для установки угла зачековки под 90, 180 и 270 градусов.

### Заключение

В результате были разработаны трехмерные модели односекционной солнечной батареи и шарнира с возможностью зачековки. Шарниры были изготовлены с помощью технологии трехмерной печати, был собран натурный стенд трансформируемой солнечной батареи. Изготовленный стенд подтвердил работоспособность шарниров с зачековкой и позволяет тестировать систему обезвешивания трансформируемых механических систем.

### Список использованных источников

1. Разработка модели и системы управления мобильным роботом для обезвешивания солнечных панелей / А.С. Беляев [и др.] // Известия ТулГУ. – 2020. – № 12. – С. 3-11
2. Схемы раскрытия фотоэлектрических батарей. Классификация схем раскрытия фотоэлектрических батарей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vunivere.ru/work62044>. – Дата доступа: 18.02.2022.
3. Отработка и настройка опорной системы крупногабаритного рефлектора / П.С. Зырянова [и др.] // Решетневские чтения. – 2017. – № 21. – С. 125-126
4. Испытания макета трансформируемого модуля космических планетных станций / И.И. Хамиц [и др.] // Космическая техника и технологии. – 2020. – № 28. – С. 60-70

# СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ РАБОТЫ НАИБОЛЕЕ ПОПУЛЯРНЫХ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР

*К.С. Бразовский, д.т.н., профессор ИШХБМТ,*

*К.И. Новоселов, студент гр. 8Е81.*

*Томский политехнический университет*

E-mail: kin2@tpu.ru

## **Введение**

В настоящее время интерфейсы мозг-компьютер (ИМК) используются в медицине для помощи людям с моторными дисфункциями во взаимодействии с окружающей средой [1]. Идея применения ИМК заключается в том, чтобы считывать информацию напрямую из мозга пациента и переводить её в форму задающего воздействия управляющего устройства системы управления. Примерами объектов управления в данном случае могут являться: курсор на мониторе ПК, электрический привод инвалидной коляски или робота-манипулятора.

Одним из основных элементов ИМК является классификатор сигналов электрической активности мозга. Целью данной работы является сравнение и анализ работы наиболее популярных алгоритмов классификации ИМК.

## **Материалы и методы**

В ходе работы были рассмотрены 3 популярных алгоритма классификации, а именно: линейный дискриминантный анализ (LDA), машина опорных векторов (SVM) и многослойный перцептрон с одним скрытым слоем (MLP) [2].

В качестве входных сигналов ИМК были использованы данные, записанные в институте INRIA, Франция с использованием платформы OpenViBE [3]. Всего было использовано 14 наборов данных с классификацией двух классов (представление пациентом движения левой или правой рукой). Один набор использовался для обучения CSP фильтра и классификаторов, остальные – для тестирования.

Для реализации алгоритмов была использована платформа OpenViBE [5], позволяющая создавать структуры ИМК с помощью визуального программирования. Используемая нами структура основана на базовом примере MI-CSP (см. Приложение А). Она включает в себя фильтр Баттерворта 5-ого порядка в полосе 8-30 Гц; блоки, фильтрующие данные, соответствующие моментам времени, когда пациент выполнял задание; блок CSP spatial filter, реализующий фильтрацию сигнала методом common spatial patterns [6]. Последующая цепочка блоков нормализует данные путем вычисления функции  $\log(x+1)$  от среднего квадратичных значений сигнала, и в таком виде данные подаются на вход классификаторов.

На выходе для каждого набора данных по количеству правильных и неправильных предсказаний были рассчитаны чувствительности для каждого класса (см. Таблицу 1). Также по каждому событию из набора данных была рассчитана латентность, как временной интервал между появлением стимула на экране и временем распознавания класса с вероятностью выше установленного порога 75%. Затем по этим данным с использованием критерия Манна-Уитни при статистической значимости  $p < 0.05$  проверялась нулевая гипотеза о различии латентности при отработке одного классификатора на различных наборах данных (см. Таблицу 2), а также о различии латентности между классификаторами (см. Таблицу 3).

## **Результаты**

В таблице 1 представлены основные параметры работы классификаторов: чувствительность для левого и правого класса, 1-й и 3-й квартили с медианой для латентности и максимальной вероятности. По совокупным показателям чувствительности для обоих классов лучшим оказался LDA. Латентность оказалась довольно значительной у всех классификаторов, наиболее быстродействующий – SVM (медианная латентность 1.82с), наименее – MLP (медианная латентность 3.04). Медианные вероятности распознавания не превышают уровня 90%.

В таблице 2 представлены значения достигнутого уровня значимости (p-value), рассчитанные на основе критерия Манна-Уитни, тех пар наборов данных, у которых нулевая гипотеза подтверждается сразу для всех классификаторов. Всего было получено 6 таких пар из 78

анализируемых. Явной тенденции в распределении значений не выявлено. В большинстве случаев обнаружены статистически значимые различия не только между результатами работы разных алгоритмов, но и между наборами данных, полученных в разное время у одного и того же человека.

Таблица 1. Основные показатели работы классификаторов

Классификатор	Чувствительность левый класс	Чувствительность правый класс	Задержка Q1, с	Задержка ME, с	Задержка Q3, с	Максимальная вероятность Q1	Максимальная вероятность ME	Максимальная вероятность Q3
LDA	0.72	0.86	2.15	2.55	2.89	0.73	0.82	0.92
SVM	0.54	0.84	1.54	1.82	2.47	0.83	0.90	0.97
MLP	0.43	0.90	2.32	3.04	3.58	0.63	0.68	0.75

Таблица 2. Сравнение латентности между наборами данных

1-ый набор данных	2-ой набор данных	LDA p-value	SVM p-value	MLP p-value
2	3	0.862988	0.726229	0.745553
2	4	0.226648	0.742244	0.543048
3	4	0.348564	0.991008	0.732957
6	8	0.402726	0.222015	0.089527
7	9	0.569578	0.09125	0.012379
9	14	0.632885	0.684896	0.447757

### Заключение

В результате проведения анализа можно сделать следующие выводы:

1. LDA и SVM показали результаты, сравнимые с теми, которые наиболее часто встречаются в литературе. MLP в нашем случае показал неоправданно низкие результаты, что может быть связано с неподходящей архитектурой сети или/и неподходящим типом предобработки сигнала.
2. Полученные чувствительности и латентности говорят о низкой пригодности для использования данных структур ИМК в системах управления.
3. Несимметричное значение чувствительности для левого и правого класса, а также высокая вариабельность латентности распознавания команд у одного пациента в разное время, позволяет предположить, что основной причиной снижения качества работы алгоритмов являются электрофизиологические особенности каждого человека. Требуются дополнительные исследования влияния структуры и параметров электрической активности головного мозга на качество распознавания команд в интерфейсе мозг-компьютер.

### Список использованных источников

1. Liu Y. et al. Functional Reorganization After Four-Week Brain-Computer Interface-Controlled Supernumerary Robotic Finger Training: A Pilot Study of Longitudinal Resting-State fMRI.
2. Lotte F. et al. A review of classification algorithms for EEG-based brain-computer interfaces //Journal of neural engineering. – 2007. – Т. 4. – №. 2. – С. R1.
3. Brodu N., Lotte F., Lécuyer A. Exploring two novel features for EEG-based brain-computer interfaces: Multifractal cumulants and predictive complexity //Neurocomputing. – 2012. – Т. 79. – С. 87-94.
4. Pfurtscheller G., Neuper C. Motor imagery and direct brain-computer communication //Proceedings of the IEEE. – 2001. – Т. 89. – №. 7. – С. 1123-1134.
5. Платформа OpenVibe официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: <http://openvibe.inria.fr/>. (Дата обращения: 01.22).
6. Afrakhteh S., Mosavi M. R. Applying an efficient evolutionary algorithm for EEG signal feature selection and classification in decision-based systems //Energy efficiency of medical devices and healthcare applications. – Academic Press, 2020. – С. 25-52.

## Приложение А

Ниже на рисунке 1 представлена использованная реализация структур ИМК в OpenViBE: А – обучение модели CSP фильтра, В – обучение классификатора, С – тестирование ИМК

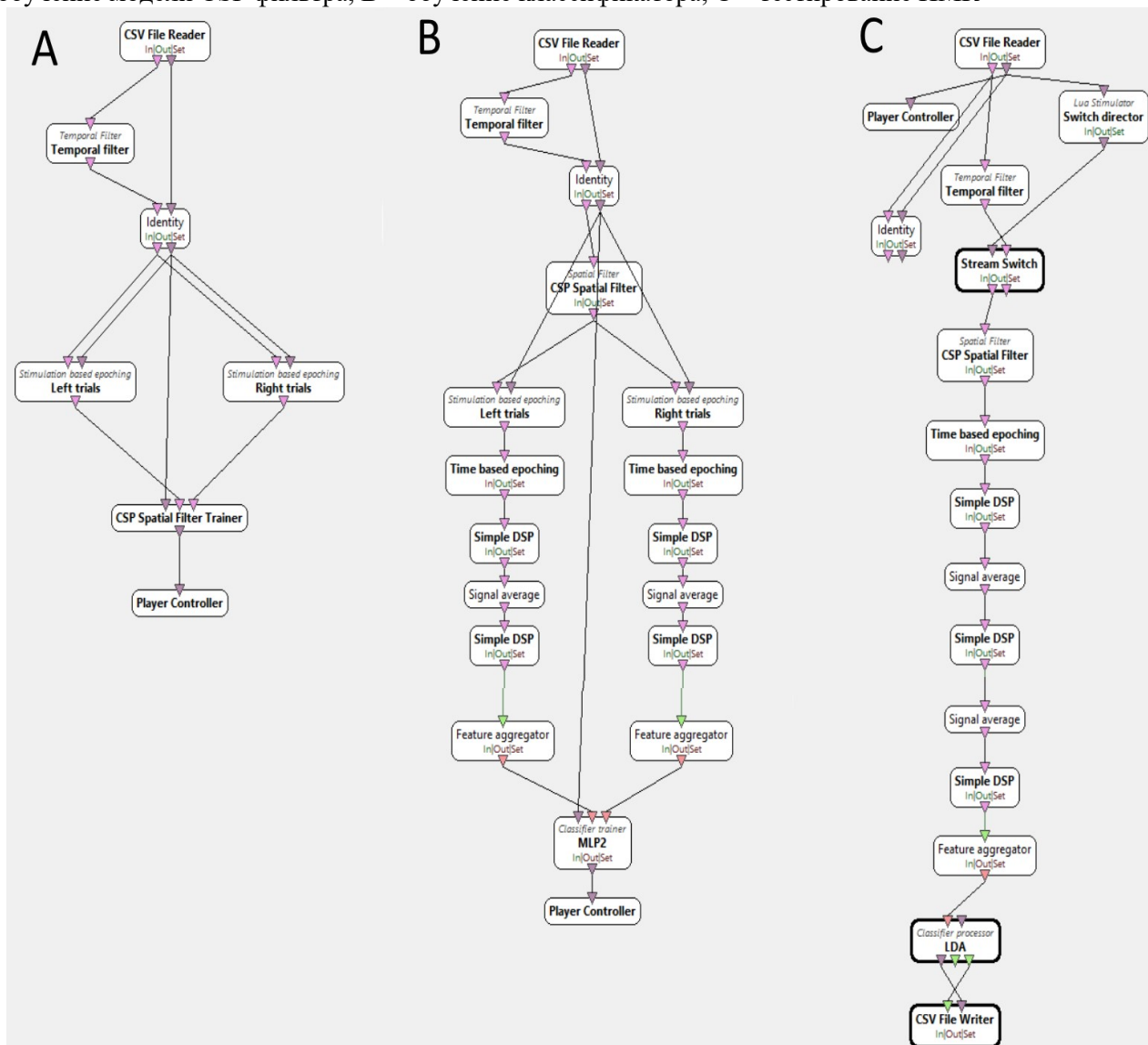


Рис. 1. Реализация структур ИМК в OpenViBE: А – обучение модели CSP фильтра, В – обучение классификатора, С – тестирование ИМК

# РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО МОДУЛЯ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ КОКТЕЙЛЕЙ ТИПА ШОТЫ В РАМКАХ СИСТЕМЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО БАРА

*Е.Е. Петрова, студент гр. 8ЕМ02*  
*Н.И. Поберезкин, студент гр. 8ЕМ02*  
*Томский политехнический университет*  
E-mail: eep15@tpu.ru

## Введение

Роботизация постепенно затрагивает все аспекты человеческой жизни, и сфера общественного питания не является исключением. Многие компании в России и мире занимаются разработкой новых решений роботизированных поваров, барменов и роботов-официантов. Так, в Томском политехническом университете, ведется разработка системы роботизированного бара модульного типа [1]. В рамках данной системы предполагается разделение процесса приготовления напитков по их типам (лонгам или шотам). В данной работе представлена разработка структуры роботизированного модуля по приготовлению коктейлей типа шоты.

## Разработка структурной схемы

Для приготовления коктейлей типа шоты необходимо производить поочередный налив ингредиентов с разными плотностями, именно по этой причине приготовление коктейля разбивается на три станции налива, каждая из которых содержит ингредиенты с определенной плотностью (высокой, средней или низкой). Исходя из рецептуры популярных коктейлей, было принято решение о размещении четырех ингредиентов на каждой станции налива. Переход между секциями осуществляется с помощью ленточного конвейера.

Каждая емкость должна быть соединена с управляемым клапаном, для коммутации которого потребуется реле (образуется блок налива). Чтобы знать объем налитого ингредиента необходимо использовать датчик уровня. Распознавание появления посуды в начале и конце конвейера, а также на каждой станции, будет происходить за счет конечных выключателей. Для обрабатывания сигналов, поступающих с датчиков, и подача управляющих сигналов на блок налива необходим контроллер.

Для создания границы между ингредиентами, бармены используют специальную ложку-пятку (рисунок 1, а). Поэтому вторая и третья секции должны быть снабжены специальным устройством, осуществляющим опускание и поднятие ложки-пятки. Кроме того, необходимо промывать, данный прибор, но, чтобы вода не попадала на конвейер, мойка должна осуществляться позади него. С этой целью в конструкции предусмотрен поворот ложки. Промыв должен осуществляться за счет местного водопровода, для этого будут использоваться клапаны, затем поток воздуха должен сдуть капли воды, чтобы она не попала в следующий коктейль. Все вместе это образует блок управления станцией.

После осуществления клиентом заказа, через экран заказов, информация о выбранных напитках и их количестве отправляется к компьютеру приема заказов и планирования. Функция планирования необходима для выполнения нескольких заказов очередью, т.е. после освобождения первой секции запускать следующий напиток, используя принцип конвейера.

Также в целях безопасности следует учесть автоматические выключатели для управляющих и исполнительных устройств.

Таким образом, формируются три уровня управления, которые отражены на получившейся структурной схеме (рисунок 2).

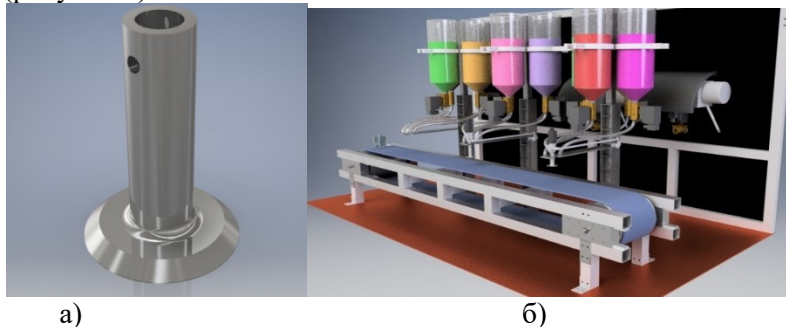


Рис.1. а) 3D-визуализация ложки-пятки, б) 3D-визуализация модуля



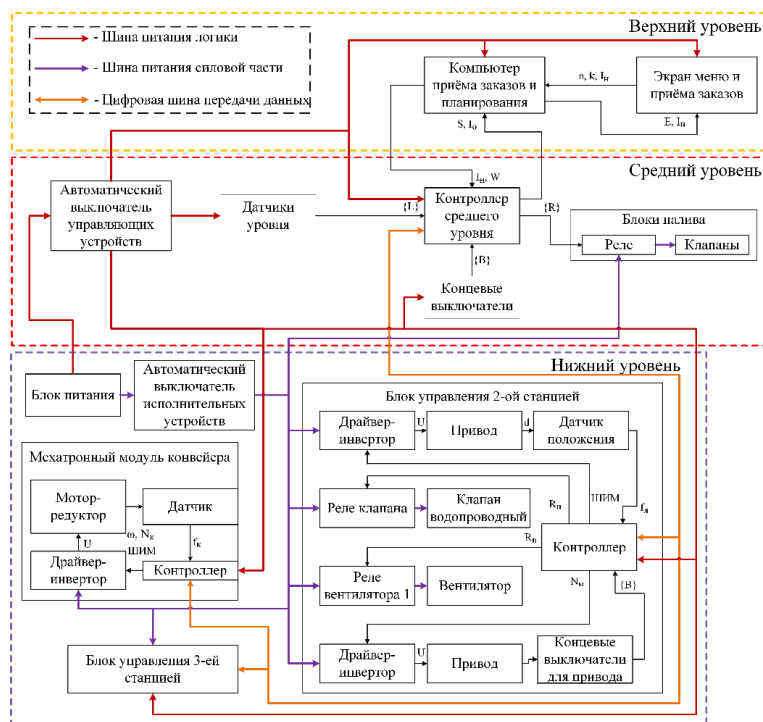


Рис. 2. Структурная схема роботизированного модуля по приготовлению коктейлей типа шоты

Здесь  $n$  – заказанное число напитков;  $k$  – номер выбранного напитка;  $I_n$  – выбранные ингредиенты;  $E$  – информация об ошибке;  $I_i$  – имеющиеся ингредиенты;  $W$  – сигнал о начале приготовления следующего напитка в очереди;  $S$  – свободные станции;  $I_o$  – оставшиеся ингредиенты в установке;  $\{L\}$  – сигналы с датчиков уровня, оповещающие о том, что ингредиент налит в нужном объеме, а также о количестве ингредиента в емкости;  $\{R\}$  – управляющие сигналы на блок налива;  $\{B\}$  – сигналы с концевых выключателей, оповещающие о наличии посуды в конце и в начале конвейера, а также на каждой станции и о повороте ложки-пятки;  $U$  – напряжение;  $\omega$  – угловая скорость;  $N_k$  – количество оборотов привода конвейера;  $f_k$  – угловая скорость, полученная с датчика скорости;  $d$  – линейное перемещение;  $f_l$  – угловая скорость, полученная с датчика положения;  $R_n$  – управляющий сигнал на клапан, осуществляющий промыв;  $R_v$  – управляющий сигнал на вентилятор;  $L_n$  – сигнал с датчика уровня насоса;  $N_m$  – количество оборотов привода поворота ложки.

После разработки структурной схемы были произведены расчет и выбор исполнительных элементов, а также разработана 3D-модель данного модуля (рисунок 1, б).

## Заключение

В ходе данной работы был разработан роботизированный модуль по приготовлению коктейлей типа шоты для системы роботизированного бара модульного типа. Преимущества данной разработки заключаются в использовании ленточного конвейера, что позволит потоком готовить напитки, а также в наличии ложки-пятки, позволяющей приготовление слоенных напитков.

## Благодарности

Данное исследование проводится при поддержке Фонда содействия инновациям по Договору № 659ГУЦЭС8-D3/63725 от 09.12.2020 г

## Список использованных источников

1. Разработка концепции роботизированного бара модульного типа / Е. Е. Петрова // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 22-26 марта 2021 г., г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники; под ред. Н. Г. Маркова [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2021. — [С. 396-397].



# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОТОРНЫХ СИСТЕМ СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА

С.В. Леонов, к.т.н., доц.,  
Д.Е. Растрепин, студент гр. 8Е81  
Томский политехнический университет  
E-mail: der5@tpu.ru

## Введение

В настоящее время наибольшее распространение получили синхронные двигатели с постоянными магнитами, используемые как конструктивный элемент в составе мехатронных модулей и автономных роботехнических платформ. В силу того, что данный класс электрических машин обладает следующими преимуществами: лучшие массогабаритные качества, простота конструкции, выраженная в отсутствии коллекторного узла, также само наличие высококоэрцитивных магнитов в конструкции ротора позволило отказаться от роторных обмоток тем самым повысив КПД. Однако существенным недостатком является пульсация электромагнитного момента.

Поэтому целью нашей работы является проведение сравнительного анализа конструкций роторов СДПМ и выявление более предпочтительной с точки зрения минимизации пульсаций электромагнитного момента и энергетических характеристик.

## Описание рассматриваемых конструкций

Основными критериями, по которому выбирались кандидаты являлись неизменный статор, единые массогабаритные показатели, равный для всех кандидатов объём магнитов и одинаковое количество пар полюсов. Первичный расчёт конструкций проводился с применением метода зубцовых контуров [1], в ходе которого были определены три наиболее предпочтительные конструкции роторов. На рисунке 1 отражены рассматриваемые конструкции роторов.

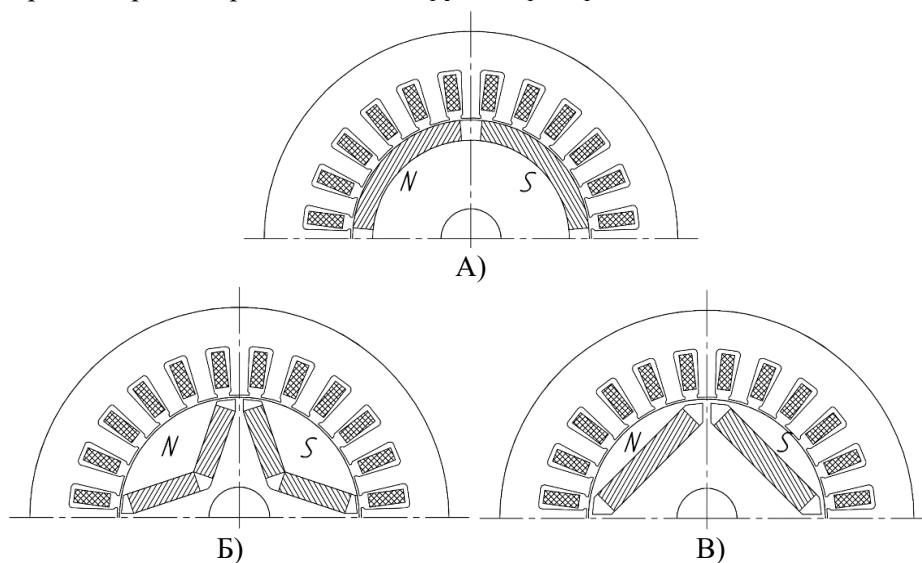


Рис. 1. Рассматриваемые конструкции роторов

Конструкция ротора *A* подразумевает, что реализована шестишаговая система управления, часто в литературе синхронные машины с подобной конструкцией ротора называют бесколлекторными двигателями постоянного тока (БДПТ) [2].

## Моделирование в среде *Ansys Electronics*

Анализ конструкций проходил в среде *Ansys Electronics*. В таблице 1 приведены рабочие точки для различных скоростей. В случае конструкции *A* отсутствует реактивное сопротивление, потому определены лишь две рабочие точки: наибольшее КПД и максимальная полезная мощность.

Таблица 1. Сравнительные характеристики роторных систем

Конструкция	Скорость, <i>об/мин</i>	Момент сопротивления, <i>Н × м</i>	Мощность, Вт	КПД, %
А	1049,2	1,44	159	84
	498,3	9,66	504	46
Б	2500	1,37	358	85
	1000	4,38	460	83
	500	14,75	772	64
В	2500	0,73	191,2	91,6
	1000	3,92	411	75
	500	13,78	721,6	48

Исходя из проведённого анализа можно заключить что лучшими энергетическими характеристиками обладает конструкция *Б* позволяющая получить наибольшую мощность при прочих равных параметрах. Конструкция *В* предпочтительна для задач, требующих высокооборотный и низкомоментный электропривод с высоким КПД. Конструкция ротора *А* не желательна и показывает худшие энергетические характеристики, с другой стороны она не требует сложной системы управления как в случае с синхронными машинами *Б* и *В*.

Также важным параметром при сравнении конструкций ротора является величина пульсаций момента, так на рисунке 2 отражены графики момента на валу электрической машины для различных рассматриваемых конструкций при моменте сопротивления  $M_c = 1,5 \text{ Н} \times \text{м}$ .

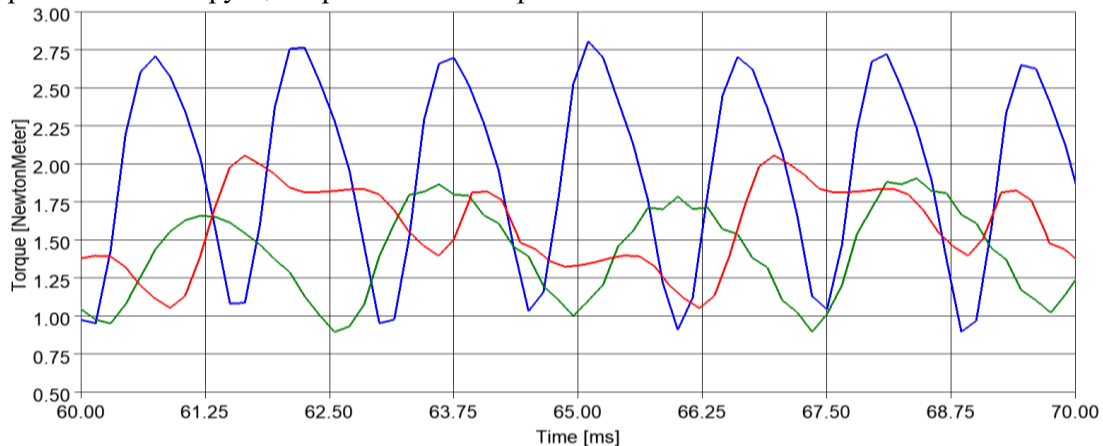


Рис. 2. Сравнительный график момента на валу двигателя для различных конструкций. Красный график - конструкция А; синий – Б; зеленый – В;

Исходя из полученного графика можно сделать вывод о том, что конструкции *А* и *В* предпочтительны для минимизации пульсаций электромагнитного момента, также конструкция *А* более предпочтительна в сравнении с тангенциальным расположением постоянных магнитов [3].

### Заключение

Таким образом, в результате выполненных теоретических исследований были проанализированы ряд конструкций систем возбуждения БДПТ малого диаметра. Для широкого спектра применений актуальной является магнитная система с концентрацией потока и размещением постоянных магнитов внутри шихтованного ротора.

### Список использованных источников

1. Дарьин, А.Г. Применение метода проводимости зубцовых контуров для расчета электромагнитных полей в электрических машинах – Москва: Информэлектро, 1985. – 33 с.
2. Hanselman D. C. Brushless permanent magnet motor design. – The Writers' Collective, 2003.
3. Кириллов И. В. и др. Сравнительный анализ роторных систем синхронных машин на постоянных магнитах // The Scientific Heritage. – 2021. – №. 71-1. – С. 26-30.

# РАЗРАБОТКА РОВЕРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТ ПЛАНЕТЫ МАРС

*А.Д.Соколова, учащаяся 11 класса.  
МАОУ «Лицей №27» город Ростов-на-Дону  
E-mail: alena.sokolova2004@yandex.ru*

## Введение

Актуальность проекта определяется нерешенной на сегодняшний день проблемой отсутствия универсальных технических средств для исследования труднодоступных и опасных мест как нашей планеты, так и далеких неизведанных планет. В связи с этим я обратилась к теме роверов-исследователей. В проекте представлен один из вариантов технологического решения указанной проблемы. Прототипом объекта разработки и исследования был выбран ровер-марсоход, как образец аппарата, воплотившего в себе последние достижения науки в области робототехники, электронно-вычислительного оборудования и используемого в опасном, неизведанном, труднодоступном месте - поверхности планеты Марс.

Цель данного проекта заключается в попытке проектирования и изготовления макета марсохода, который, способен перемещаться в труднодоступной, не изученной местности и управляться нейронной сетью.

## Выбор языка программирования и разработка программы управления

В проекте использован специальный робототехнический комплекс Arduino, состоящий из электронного блока (ЭБ) и программного обеспечения (ПО). ЭБ включает печатную плату с микроконтроллерами и необходимыми для работы элементами, на ПО создана программа на языке программирования C++ [1].

Выбор платформы Arduino обоснован экономической доступностью, возможностью поддержания большого количества периферийных устройств, использованием языка программирования высокого уровня C++ [2].

## Создание функциональной блок-схема цепей

На рисунке 1 представлена блок-схема структуры ровера. По системной шине данные от датчиков линии (1) и датчиков расстояния (2) поступают на основной модуль Arduino uno (3) Master, где обрабатываются и передают данные на Arduino uno (3) SL1 и SL2, отвечающие за движение. Arduino uno (3) SL1 и SL2 управляют драйверами управления двигателями (7) на которые посредством шины питания и драйвером управления скоростью двигателя (6) подается питание от батарейного отсека (8).

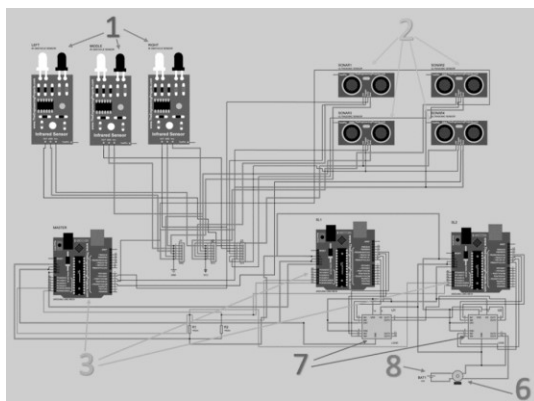


Рис. 1. Логическая схема магистрально-модульной структуры ровера.

На рисунке 2 представлен собранный марсоход Singularity. В настоящий момент ровер-марсоход управляется на основе показания датчиков, руководствуясь простой логикой. Поэтому набор управляющих команд ограничен. Начат следующий этап работы, предполагающий расширение количества задач. Отправной точкой для создания искусственной нейросети для платы микроконтроллера Arduino Uno стала сеть обратного распространения с прямой связью как наиболее распространенный тип [3].

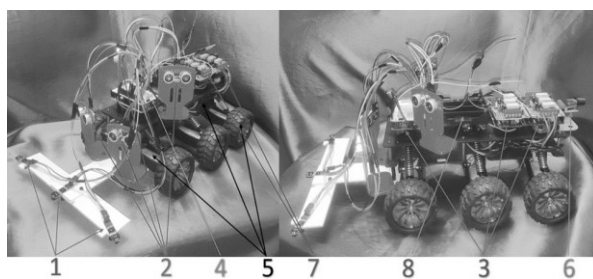


Рис. 2. Марсоход Singularity.

Программное обеспечение: Proteus - Программа для проектирования электронных схем; C++ в среде Arduino IDE.

Штатное оборудование: Arduino: Датчик инфракрасных линий TCRT5000; Arduino: Датчик ультразвуковой HC-SR04, DC5V; Arduino: Микроконтроллер (ATmega328) Arduino Uno R3; Расширительная плата Тройка Shield; 6WD платформа с амортизаторами для Arduino; DC 4,5 V-35V 5A 20khz LED PWM управление двигателем постоянного тока; Arduino: Плата(L293D) для драйвера управления четырьмя двигателями.

### Проверка модели на работоспособность

Проведены испытания ровера. Устройство показало, что может передвигаться вперед, назад, делать развороты по часовой и против часовой стрелки, может заезжать на небольшие возвышенности, не проезжает черную линию (виртуальный овраг). В ходе испытания марсохода Singularity выяснено, что поставленные задачи были выполнены, результат достигнут.

### Заключение

Представленный проект ровера-исследователя марсохода Singularity на микроконтроллерах и управляемый нейросетью, является образом мыслящей машины-помощника, фактически приближающийся по своим возможностям к биологическим объектам [4].

Способность нейронных сетей решать задачи предсказаний, классификаций, распознаний и возможность ее использования на базе микроконтроллеров открывает новые рубежи неизведанного. Самое главное преимущество микроконтроллера – экономическая выгода (невысокая цена), небольшие размеры и малое потребление электроэнергии [5]. При использовании ровера на других планетах может быть использована защита от радиации, описанная в источнике [6], а сама электронно-компонентная база может быть подобрана с учетом стойкости к воздействию специальных факторов согласно источнику [7].

### Список использованных источников

1. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino // 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 464 с.
2. Момот М.В. Мобильные роботы на базе Arduino. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2018. - 336с.
3. <http://robotics.hobbizine.com/arduinoann.html>
4. Грибачев В. Настоящее и будущее нейронных сетей // Компоненты и технологии. 2006. №5. С. 146-150
5. Скрипов С.А. К вопросу об использовании микроконтроллеров для реализации искусственных нейронных сетей. // Молодой ученый. 2019. № 46 (284). С. 26-28.
6. Соколова А.Д. «Методы защиты от радиации аппаратов формата CUBESAT». В сборнике: Материалы XXIII конференции молодых ученых «Навигация и управление движением» Санкт-Петербург 2021. С. 63-65.
7. Черняев А.Г. «Типовые программно-аппаратные решения малых космических аппаратов». В сборнике: Восьмые Уткинские чтения Труды Общероссийской научно-технической конференции. Сер. "Библиотека журнала "Военмех. Вестник БГТУ"" 2019. С. 436-442.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ УСТАНОВКИ "РОБОТ-БАБОЧКА"

*С.В. Леонов, к.т.н., доцент ОАР,  
Ян Жун (Китай), студент гр. 8ЕМ01  
Томский политехнический университет  
mail: 1040770846@qq.com*

### **Введение**

Робот «бабочка» — это платформа для обучения будущих инженеров адаптивным и нечетким алгоритмам управления. С помощью данной установки будущие инженеры могут освоить системы компьютерного зрения, системы автоматического управления, мехатронику и робототехнику. Цель состоит в том, чтобы предоставить инженерам возможность разрабатывать приложения в различных современных областях, таких как медицина, аэрокосмическое производство и другие профессиональные области. В первоначальном варианте робот «бабочка» состоит из камеры промышленного класса, панелей в форме бабочки, компьютера с системой Linux, микрокомпьютера, двигателя постоянного тока и его компонентов управления. Цель использования панелей в форме бабочки — усложнить траекторию движения мяча по дорожке, поэтому роботизированная система получила название «бабочка». С помощью программы, встроенной в систему робота, реализуется движение мяча по дорожке без падения (даже если состояние движения дорожки изменено).

### **Процесс улучшения**

Из-за оптимизации системы Microsoft в последние годы она имеет преимущество в виде лучшей графической работы, в то время как в системе Linux более высокий порог использования и неудобный режим командного управления практически улучшили использование сложности робота «бабочка». Поэтому мы изменили систему управления на систему Windows, основанную на нашем персональном компьютере. Это изменение также улучшит пользовательский опыт. Студенты смогут использовать свой собственный персональный компьютер для управления роботом «бабочка». Такая реализация проста в управлении, в предыдущей версии использовалась встроенная платформа с открытым исходным кодом beaglebone black, BeagleBone может запускать полную систему Linux, на этой плате можно выполнять написание, компиляцию и отладку программ, а также поддерживает различные языки программирования, такие как широко используемый C, C++, Python, perl можно использовать в BeagleBone. Кроме того, BeagleBone также поставляется с веб-редактором Cloud9 и соответствующим языком BoneScript, который может легко программировать BeagleBone в компьютерном браузере, но по сравнению с таким мощным beaglebone, на основе STM32 также есть свои преимущества.

На базе новой структуры системы управления стенда студенты смогут выбирать микропроцессоры, такие как STM32, на ранней стадии, чтобы они могли продолжить изучение робота «бабочка» на основе STM32, который может начать работу быстрее. Во-вторых: STM32 — это ARM, предназначенный для высокопроизводительных, недорогих и маломощных встраиваемых приложений, и его производительность также может удовлетворить потребности робота-бабочки. Третье: В сети больше обучающих материалов по STM32, которые можно использовать.

В процессе сбора сигнала используйте камеру промышленного класса, чтобы определить положение мяча на орбите бабочки в режиме реального времени, получить координаты центра мяча, а также получить положение и скорость вращения двигателя. Сигнал датчика положения обрабатывается STM32, и, наконец, реализует новый подход с использованием контура непрерывного управления для формирования управляющих сигналов электроприводу.

### **Заключение**

Усовершенствование современного устройства на базе платформы робота «Бабочка» может облегчить начало работы новичков, снизить порог обучения, а также снизить ограничения и затраты на оборудование, облегчив продвижение платформы робота.

### **Список использованных источников**

1. Maksim Surov, Anton Shiriaev, Leonid Freidovich, Sergei Gusev, Leonid Paramonov Case study in non-prehensile manipulation: planning and orbital stabilization of one-directional rollings for the “Butterfly” robot //Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation 2015
2. Oskar Rømyr Lund Case study research: the ”Butterfly” robot Peter Hachenberger. 3D Minkowski Sum of Polyhedra. In CGAL User and Reference Manual. CGAL Editorial Board, 5.4 edition, 20

## **Секция 7. Автоматизация технологических процессов и производств**

# APPLICATION OF AUTOMATIC THYRISTOR REACTIVE POWER COMPENSATORS IN AGRICULTURAL DISTRIBUTION NETWORKS

*S.H. Yesenbayev, Cand. Sc. (Technology), Associate Professor 1,  
S.A. Bobuyok, student gr. IICM-20-1, IEM02 1,2,  
A.E. Akhmetov, student gr. IICM-20-1 1  
V.E. Vedyashkin, student gr. IICM-20-1 1  
1 Karaganda Technical University  
2 Tomsk Polytechnic University  
E-mail: sab45@tpu.ru*

## Introduction

Rural power grids of 0.4 kV have unstable characteristics. The length of the line varies from 250 to 900 m, power - from 8 to 32 kW, wire cross-section - from 16 to 70 mm<sup>2</sup>, distributed over a large area. They have sharply uneven load schedules in time and in phases. All this increases energy losses in the networks. Technical losses in them amount to 20...25% of the useful energy consumption. At the same time, half of them are due to the consumption of reactive energy from the grid, that is, a low power factor [1].

The use of ordinary unregulated systems for the correction of the power factor in enterprises of the type under consideration is extremely inefficient due to sharply alternating loads. In addition, in such conditions, the phenomena of under- and overcompensation are possible, which can only accelerate the wear of reactive power consumers in production. The use of automatic reactive power compensation units (ARPCU) makes it possible to solve the problem of a low power factor much more efficiently.

## Schematic diagram

One of the varieties of ARPCU are capacitor units with thyristor contactors. They provide operational correction of the power factor for devices with a sharply variable load and stabilization of the supply voltage. This type of capacitor installations differs from conventional regulated installations in that switching of capacitor sections is carried out by thyristor switches. The use of thyristors instead of mechanical contactors allows you to get a higher switching speed and reduce the time and labor costs for maintenance and replacement of wear-prone contactors. Thyristor switches are not subject to mechanical wear, are silent and are able to switch almost instantly.

Based on the analysis of known reactive power sources, the scheme of a regulated reactive power source [2] is selected, shown in Figure 1. It has high speed, high efficiency coefficient, low content of higher current harmonics.

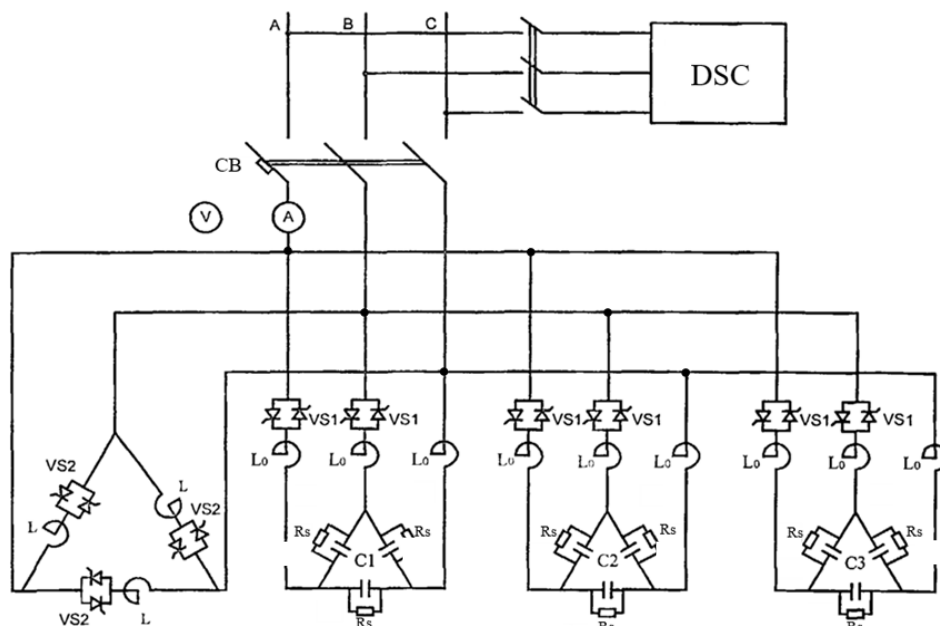


Fig. 1. Schematic diagram of a regulated reactive power source



The circuit contains capacitor banks and regulated reactors (inductors). It is advisable to use such sources for centralized voltage regulation, i.e. to install them on low-voltage substation buses. The main elements of the scheme:

- L - regulated reactors;
- Lo - current-limiting reactors;
- VS - thyristor switches;
- C1=C2=C3 - capacitor banks;
- RS - shunt resistors;
- CB - circuit breaker;
- DCS - digital control system.

The use of thyristor switches for switching capacitors in compensating devices provides the necessary performance. In addition, with the help of thyristor switches, it is possible to limit or even eliminate overvoltages on capacitors and improve transients in capacitances when they are switched on and off.

To ensure reliable operation of the VS1 key thyristors, it is necessary to limit the rate of current rise through them  $di/dt$ . In other words, to reduce the influence of the load current on the shape of the output voltage curve, current-limiting Lo reactors are connected.

The VS1 thyristor switches are located only in two phases, which reduces the power loss in the capacitor bank switching device by one third, since such a device has large energy losses and is a source of higher harmonics. Thyristor switches are used to turn on capacitors, control pulses are fed to the valves during each half-cycle, automatically turning on the capacitor at the moment when the voltage at the terminals of the capacitor is equal to the mains voltage

The second feature of the scheme is that the L source reactors with series connected VS2 thyristor regulators are connected according to the triangle scheme.

The power of three reactors L is equal to the power of one stage of the capacitor bank. The protective element of the entire source is an automatic switch. To ensure the discharge of the capacitance of the capacitors, shunt resistors Rs are provided. The central control system of the DCS receives power from the same three-phase network through a separate switch CB.

## Conclusion

Thyristor capacitor installations are the best solution when it is necessary to compensate for the reactive power of the load in a short period of time. The main element of the considered device, ensuring the fulfillment of its functional tasks, is an automatic control system. Condenser installations with thyristor switches are used in enterprises with a sharply variable load, which can reasonably be attributed to agricultural enterprises [3,4].

The advantages of the presented installation include: reducing losses in the power supply system, increasing the available capacity of the enterprise, lower voltage drops on the elements of the power supply system, minimizing anomalies in the power grid such as flicker and voltage drop, no moving parts, increasing the service life of capacitors by at least 1.5 times [5].

## References

1. Gordeev, A. S. Energy saving in agriculture. Textbook/ A.S. Gordeev, D.D. Ogorodnikov, I.V. Yudaev. - M.: Lan, 2014. - 400 p.
2. Kireeva E. A. Energy saving in industrial power supply systems. - M.: Intehenergo-Izdat, Teploenergetik, 2014. - 304 p.
3. Static thyristor reactive power compensator [Electronic resource]. - URL: <https://elenergi.ru/staticheskij-tiristornyj-kompensator-reaktivnoj-moshhnosti.html> (accessed 13.02.2022).
4. Typical devices (means) for reactive power compensation in AC networks. [electronic resource]. - URL: <https://www.nucon.ru/reactive-power/compensation.php> (accessed 13.02.2022).
5. Kabyshev A.V. Reactive power compensation in electrical installations of industrial enterprises: textbook. - Moscow: Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2012. - 234 p.

# ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛИЦЫ

*И.А. Волгин, студент гр. 972103  
Томский государственный университет  
E-mail: mozziefurlupe@gmail.com*

## Введение

В современном мире, человек все чаще и чаще пытается старается избавиться от выполнения той или иной рутинной или слишком трудоемкой работы, путем использования современных технологий. Садоводство как раз является такой сферой человеческой жизни, в которой можно применить эти самые технологии, в частности, автоматизированные умные теплицы. Уже готовые решения подходят только для крупных тепличных хозяйств, но в связи с дороговизной, эти решения могут быть недоступны для обывателя-садовода.

В связи с этим, наша идея заключалась в разработке блоков, которые при минимальных затратах могли бы помочь садоводам обеспечить работу теплицы в автономном режиме, независимо от выращиваемого рода культур и/или климатической зоны.

Целью нашей работы являлась разработка прототипа автономного устройства контроля роста растений в тепличных условиях с возможностью удаленного управления и сбора данных.

## Описание алгоритма

Прототип создан на базе платы Arduino Uno с контроллером ATmega328 с использованием термисторов в качестве датчиков температуры и фоторезистора в качестве датчика освещенности, ЖК-дисплея (вмещающий до 32 двух символов на двух строках), отображающего состояние теплицы непосредственно на самом модуле, и часов реального времени DS1307 [1, 2].

Алгоритм, реализованный на языке программирования Processing, работает следующим образом: контроллер постоянно считывает и обрабатывает показания с датчиков (например, на рисунке 1 представлена обработка показаний с датчиков температуры) и как только какое-либо из полученных значений находится выше(ниже) заданных пределов, контроллер пытается это значение вернуть обратно в предел.

```
double therm(int RADC){ // функция преобразования значения с АЦП в сопротивление и температуру
  for(i = 0; i < 10; i++){ //
    samples[i] = RADC; // --> массив накопления данных (10 штук)
    delay(50); //
  }
  average = 0;
  for(i = 0; i < 10; i++){
    average += samples[i]; // сложение всех значений из массива
  }
  average /= 10; //
  average *= 1; // --> ср. ариф.

  coprot = 1023/average - 1; //
  coprot = 9800 / coprot; // --> значение в сопротивление

  stein = coprot/9800; //
  stein = log(stein); //
  stein /= 4300; //
  stein += 1.0 / (25 + 273.15); // --> сопротивление в фаренгейты
  stein = 1.0 / stein; //
  stein -= 273.15; // фаренгейты в цельсия
}
```

Рис. 1. Часть алгоритма перевода сопротивления в температуру.

Так, например, если температура в теплице поднимется выше необходимого, контроллер отправит сигнал на открытие форточек. И наоборот, если температура будет слишком низкая, контроллер закроет форточку. Пределы освещенности/температуры пользователь может задавать

самостоятельно через специально меню, тем самым настраивая работу теплицы под конкретную культуру.

### Обработка данных на ПК

Параллельно с этим контроллер раз в 5 минут производит запись данных на внешний накопитель, в данном случае SD-карту, с информацией о состояниях датчиков и времени записи. Пользователь также может извлечь накопитель и при помощи алгоритма, реализованного на языке Python 3.7, обработать полученные данные на ПК, получив график (рис. 2), созданный при помощи методов дополнительной библиотеки matplotlib и отображающий изменение температуры и освещенности внутри теплицы за отслеживаемый период [3, 4].

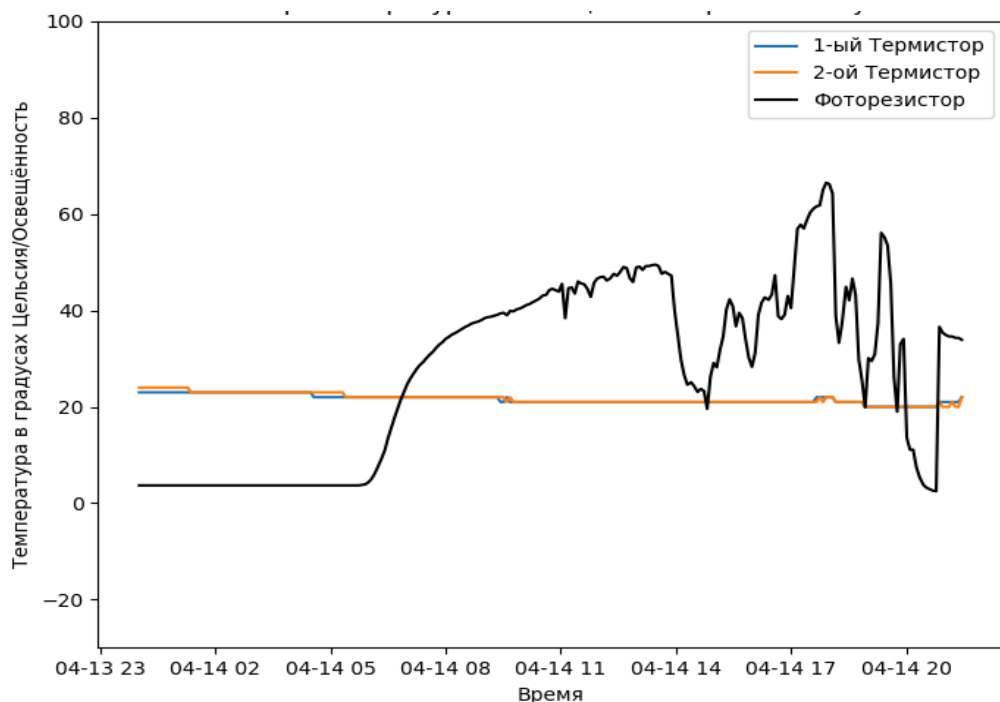


Рис. 2. Результат анализа данных на Python.

### Заключение

В результате создания прототипа и оценки его работы в течение некоторого периода времени, можно сделать вывод о том, что данное решение имеет практическую пользу в виде автономного управления теплицей: контроль температуры, влажности воздуха, поддержка освещенности (при недостатке дневного света).

Кроме того, данное решение может быть использовано и в научно-исследовательских целях: исследование механизмов, методов контроля и регулирования с целью повышения эффективности работы теплицы, оценка возможности сбора и анализа статистических данных, позволяющих оптимизировать работу устройства.

### Список использованных источников

1. Официальный сайт Arduino. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.arduino.cc/index.php> (дата обращения: 03.02.2022)
2. Техническая документация часов реального времени DS1307. [Электронный ресурс]. – URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/download/58481/DALLAS/DS1307.html> (дата обращения: 05.02.2022)
3. Документация matplotlib. [Электронный ресурс]. – URL: <https://matplotlib.org/stable/index.html> (дата обращения: 11.02.2022)
4. Документация Python. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.python.org/3/tutorial/index.html> (дата обращения: 09.02.2022)

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЦИФРОВОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТАВА НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ

*О.Ю. Гейс, А.В. Мигель*  
*Томский политехнический университет*  
E-mail: oyg2@tpu.ru

## **Введение**

Топливная промышленность по-прежнему продолжает занимать лидирующие позиции в мировой экономике, поэтому развитие современных и эффективных технологий в сфере переработки нефтепродуктов не теряет своей актуальности. Самым популярным и незаменимым видом энергоносителей в мире продолжают оставаться нефтепродукты.

Пластовый флюид, добываемый на промысле, содержит в себе большое количество воды, для отделения которой используются различные установки. Для дальнейшего разрушения глобул нефти ультразвуком необходимо знание собственной частоты колебаний глобулы, зависящая от ее радиуса, поверхностного натяжения и плотности, поэтому предметом изучения считается автоматизированное устройство для проведения анализа дисперсного состава эмульсий. Данный анализ необходим для получения статистических данных о размерах глобул нефти в эмульсии. Способами проведения анализа являются методы наблюдения, оптической микроскопии и фотофиксации результатов серий экспериментов на базе технологии машинного зрения. Поэтому использование комплекса спроектированного программного и аппаратного обеспечения, описанного в работе, позволяет ускорить процесс обработки микрофотографий эмульсии.

Исходя из этого, целью работы является исследование и разработка автоматизированной информационно-измерительной системы с механической цифровой оптической системой оценки состава эмульсии.

## **Описание разработанной информационно-измерительной системы**

Для реализации устройства применены методы САД-проектирования, подобрано аппаратное обеспечение, разработано программное обеспечение и установлена корректная связь аппаратной и программной частей устройства. Промышленный образец системы можно будет использовать на промысле как модуль автоматизированного пробоотбора и анализа дисперсного состава эмульсии. Конечная версия комплекса устройства изображена на схеме рисунка 1.

Система работает в двух режимах. В статическом режиме происходит наблюдение за эмульсией, подаваемой порциями через кювету, расположенной на предметном столике устройства. В динамическом режиме создаются и анализируются серии микрофотографий при прогоне ламинарного потока эмульсии через кювету с низкой скоростью, а затем происходит обработка полученных серий изображений. Результаты, полученные с помощью разрабатываемой системы, могут являться основанием для выбора и корректировки существующих методов разрушения эмульсий, а также входной информацией для построения математических моделей процессов разрушения эмульсии и контуров регулирования систем подготовки нефти.

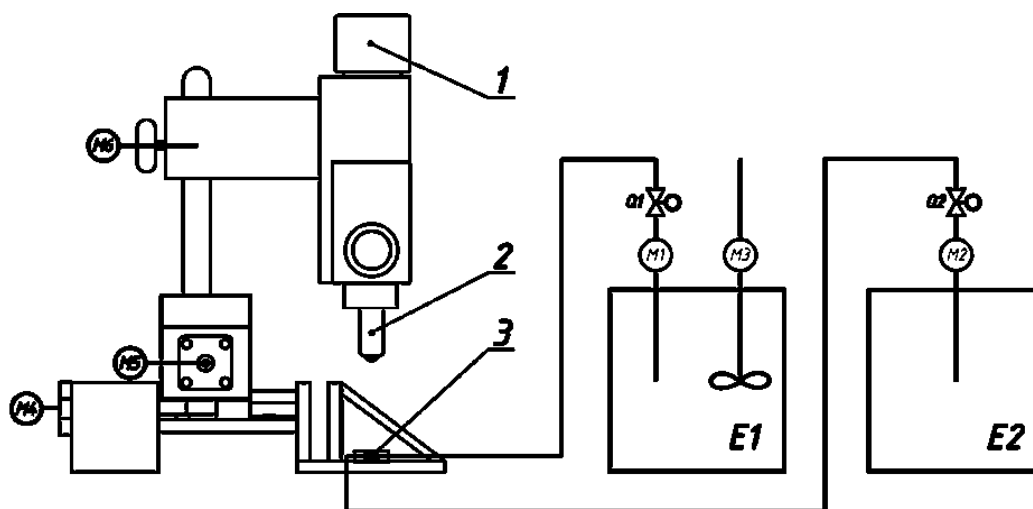


Рис. 1. Принципиальная схема комплекса информационно-измерительной системы оптической диагностики с подключенными резервуарами и клапанами.

Пространственное перемещение оптической системы осуществляется при помощи вращения винтов линейных передач устройства, превращающих вращение валов шаговых двигателей в прямолинейное и равномерное движение платформ. Линейное перемещение осуществляется по осям OX и OY, как это показано на рисунке 3. На одной из платформ винтовой передачи, отвечающей за перемещение по оси OY, закрепляется оптическая система, а на другой платформе – полностью вся передача, отвечающая за перемещение по оси OY.

Камера устройства способна детектировать размеры глобул флюида как в статическом, так и динамическом режимах работы при помощи технологии компьютерного зрения, подключенной через специальные библиотеки разработанного ПО.

Позиционирование оптики достигается путем ее перемещения посредством движения платформ винтовых передач за счёт выполнения поступающих на исполнение команд и логики системы управления через разработанное десктопное приложение в связке с программами отладочной платы. Программы для отладочной платы написаны в среде STMCubeIDE на языке программирования C, настроив подключение шаговых двигателей, частоту тактирования и таймеры в среде конфигурации STMCubeMX отладочных плат на базе микроконтроллеров STM32. Для удобства использования устройства и управления процессом перемещения оптики через выводимые на экран органы управления и получаемое изображение с подключенной камеры устройства через подключаемую библиотеку Open CV, разработано ПО для ПК. Реализация приложения производилась на высокоуровневом языке программирования C++ с применением фреймворка Qt 6.2. Разработка велась в среде Qt Creator. Процесс обмена пакетами данных отладочной платы и приложения для ПК происходит через подключенный COM-порт и физическую коммутацию платы к ПК через USB-интерфейс. Пользователь может управлять параметрами устройства, назначая координаты перемещений, узнавая координаты платформ и/или менять настройки исполнительных механизмов, такие как скорость или точность углового перемещения валов шаговых двигателей.

## Заключение

Согласно результатам работы, цель данной работы, заключающаяся в проведении комплексного исследования и проектирования автоматизированного устройства с механической системой оптической диагностики глобул в эмульсии, была достигнута. Задачи исследования были реализованы целостно и полно, так как информационно-измерительная система, описанная в работе, отвечает всем требованиям, выдвинутым в рамках описанных задач.

Изучена конструкция устройства и механических и электромеханических узлов, сделан расчет параметров шаговых двигателей и линейных передач, а конечным итогом стала разработанная САД-модель устройства с использованием САПР.

Написанные программы для отладочной платы выстроили целостную логику для автоматизированного управления исполнительными механизмами устройства и, как следствие,

перемещением оптической системы с цифровой камерой. Разработанное десктопное приложение для автоматизированного управления и для расчета параметров глобул нефти через подключаемые библиотеки для реализации работы машинного зрения, сделали систему интеллектуальной, точной и лишенной человеческого фактора.

Проведенные тестовые запуски предварительно собранных механических и электромеханических узлов показали на наличие незначительных ошибок в работе таких узлов, мероприятия по устранению которых ведутся в настоящее время.

#### **Список использованных источников**

1. Филипас А. А. Прототипирование автоматизированного устройства оптической диагностики дисперсного состава скважинной жидкости / А. А. Филипас, А. В. Цавнин, О. Ю. Гейс // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 22-26 марта 2021 г., г. Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2021. — [С. 447-448].
2. Филипас А. А. Разработка стенда физического подобия "Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости" / А. А. Филипас, А. В. Мигель // Современные проблемы машиностроения: сборник трудов XIII Международной научно-технической конференции, г. Томск, 2020 г. — Томск: Томский политехнический университет, 2020. — [С. 216-217].
3. Корицкий Ю.В., Справочник по электротехническим материалам, том 3 – Москва, Энергоатомиздат, 1986г. – 368 с.

# ГЕНЕРАЦИЯ КОДА НА ОСНОВЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО КОНЕЧНОГО АВТОМАТА

*В.С. Гительман, студент гр.8Т8Б  
И.А. Тутов, старший преподаватель ОАР ИШИТР  
Томский политехнический университет  
E-mail: vsg16@tpu.ru*

## **Введение**

Для программирования программируемых логических контроллеров (ПЛК) применяются языки стандарта МЭК-61131-3-2016. Данные языки программирования (ЯП) обладают как достоинствами, так и недостатками. При разработке программного обеспечения (ПО) для систем автоматизации на языках упомянутого стандарта программист может столкнуться с рядом трудностей, в особенности когда задача не является тривиальной. При этом он может выполнять несколько проектов, в рамках которых будет вынужден переключать своё внимание и забывать суть задания и идеи, реализованные в программе. Для упрощения процесса программирования предлагается использование разрабатываемого программного обеспечения, построенного на основе использования идей автоматного программирования и концепции детерминированного конечного автомата (ДКА).

## **Решение**

С целью упрощения написания программного кода предполагается использование инструмента для создания направленных графов на основе ДКА. ДКА – конечный автомат (КА), в котором следующее состояние однозначно определяется текущим состоянием и выход зависит только от текущего состояния и текущего входа. В ДКА переход из любого состояния по любому условию возможен не более чем в одно состояние [1]. Конечным автоматом называют дискретное устройство, которое имеет один вход и один выход и в каждый момент времени находится в одном состоянии из множества возможных. На основе данных понятий разрабатывается программный инструмент, который позволит программисту не только более эффективно возобновлять в памяти программируемые раннее процессы, но и в рамках локальных тривиальных задач генерировать код на одном из выбранных текстовых языках программирования. Кодогенератор существенно сократит время на написание программного обеспечения для автоматизированных систем управления (АСУ), а в ряде случаев и вовсе может заменить программиста.

Языки МЭК 61131-3-2016 довольно распространены и программирование с их использованием стандартизировано, хотя некоторые возможности языков данного стандарта ограничены, в отличие от компьютерных языков высокого уровня. Это позволяет повысить безопасность разрабатываемых систем автоматического управления. При этом стоит отметить, что разработка кода на данных языках обладает рядом недостатков. Например, программирование вручную на языке ST является трудоемким и монотонным занятием, не обладает наглядностью для заказчика разрабатываемой системы. В свою очередь, язык FBD имеет недостатки, заключающиеся в громоздкости создаваемых схем, а также сложностью внесения изменений в последовательную логику работы алгоритма. Язык LD при возрастании сложности алгоритма значительно затрудняет понимание программы. Если рассматривать язык IL, то данный ЯП устарел и был исключен в третьей редакции (IEC 61131-3:2013). Такой язык, как SFC не является самостоятельным ЯП, а служит лишь для организации кода, созданного на языках стандарта МЭК 61131-3-2016. При этом каждый из упомянутых языков не исключает возможность допущения ошибок при написании ПО для автоматизированных систем управления.

Таким образом, на основе анализа возможностей языков программирования ПЛК, можно сделать вывод о необходимости применения другого подхода при организации программ для АСУ. Для упрощения процессов разработки ПО для систем автоматизации возможно применение автоматной парадигмы. Использование данной методологии позволит отобразить работу оборудования графически, что сделает более эффективным поддержание кода. Стоит отметить, что без использования диаграмм описание систем со сложным поведением может привести к трудностям на всех этапах жизненного цикла [2]. Графическое отображение процессов позволит программисту на время забыть особенности разрабатываемого ПО для конкретной системы и при необходимости быстрее восстановить их в памяти.

Ещё одним преимуществом генерации программ для систем автоматики на основе автоматной парадигмы заключается в упрощении взаимодействия технолога (заказчика) и программиста на этапе согласования технического задания (ТЗ). Диаграммы позволяют более точно отразить тот или иной технологический процесс предприятия так, чтобы программист, не вникая в особенности предприятия, смог понять принципы работы оборудования на уровне графической схемы и генерируемого на её основе программного кода. Это значительно ускорит процесс согласования технического задания. Более того, технолог (заказчик), обладая минимальными навыками программирования, сможет на уровне диаграмм, а не на уровне кода, объяснить программисту сущность требуемого для разработки программного обеспечения.

С использованием идей, представленных ранее, разрабатывается инструмент для упрощения разработки программного обеспечения. В данном ПО есть такие объекты, как состояние и переходы между ними. На их основе можно графически отобразить работу оборудования на предприятии или алгоритм контроля того или иного технологического параметра. Для примера демонстрации работы ПО выбран алгоритм программы для управления параметрами трубчатой печи, представленный на рисунке 1. Данный алгоритм подробно описан в источнике [3]. и реализован с помощью разработанного программного инструмента в виде направленного графа: автомата Мура (Рис. 1)

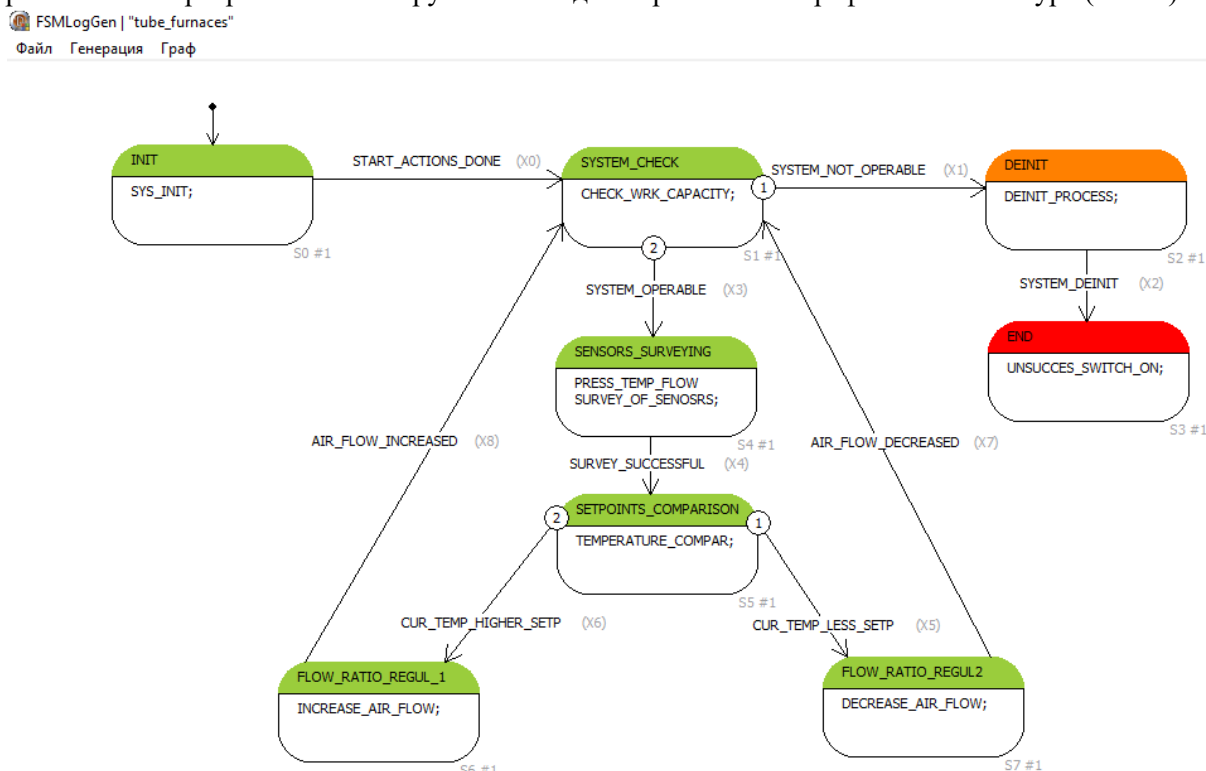


Рис. 1. Граф, созданный с использованием автоматной парадигмы в разрабатываемом ПО.

На основе графа из рисунка 1 можно сгенерировать код на языке ST. Для генерации кода выбран именно данный язык, поскольку он имеет возможность переноса кода из одной среды программирования ПЛК в другую и возможность создания программ ST в любом текстовом редакторе. При этом ST является языком программирования стандарта МЭК 61131-3-2016.

### Заключение

Таким образом, в разработанном программном обеспечении реализованы функции построения диаграмм, отображающих в наглядном виде алгоритмы работы оборудования. При этом можно использовать генерацию кода на основе заданной графической схемы и получить готовый для загрузки в ПЛК программный код на языке ST.



### **Список использованных источников**

1. Тутов, И. А. Кодогенератор графического представления детерминированного конечного автомата для систем автоматики / И. А. Тутов, В. С. Гительман, О. Б. Воскобойникова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 12. – С. 474-480.
2. Шальто А.А. Парадигма автоматного программирования // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2008. №53. С. 6-7.
3. Масленникова, С. В. ДонНТУ / С. В. Масленникова. — Текст : электронный // Исследование и разработка САУ температуры трубчатой печи типа ПТБ -10Э в условиях Лисичанского НПЗ : [сайт]. — URL: <http://masters.donntu.org/2015/fkita/maslennikova/diss/index.htm> (дата обращения: 25.02.2022).

# АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

*Есенбаев С.Х., к.т.н. КарТУ доцент  
Дарибаева А.М., магистрант КарТУ, гр ПСМ-20-1  
Карагандинский технический университет  
E-mail: ayagoz14.04.98@mail.ru*

## **Введение**

Для обеспечения безопасного перехода пешеходов проезжей части улицы или дороги в населенных пунктах и вне их в настоящее время наряду с знаком «Пешеходный переход» и разметка на проезжей части на регулируемых перекрестках и/или переходах применяются светофоры по сигналам которых попеременно разрешено движение либо транспортных средств либо пешеходов.

## **Описание алгоритма**

Однако существует множество переходов, которые расположены вне перекрестков и оснащенных светофорами, которые сигнализируют водителю о приближении к переходу, на котором находятся пешеходы. В соответствии с Правилами дорожного движения водители обязаны пропустить людей находящихся на обозначенными знаками и разметкой переходами.

Кроме специальных светофоров мигающего желтого цвета данные переходы оснащаются системами, обеспечивающими управление освещением переходов и работой светофоров в зависимости от обстановки на и/или около перехода. Данные системы могут содержать [1]:

- датчики движения пешеходов;
- датчики движения автомобилей;
- приборы контроля уровня освещенности;
- автономные источники энергоснабжения на базе солнечных батарей;
- источники дополнительного освещения переходов с применением светодиодных светильников;
- микроконтроллер для управления и обмена информацией с диспетчерским пунктом;
- GSM/GPRS модем.

Основной задачей системы автоматического адаптивного управления освещением пешеходных переходов является обеспечение заблаговременного предупреждения водителей приближающихся к переходу о нахождении людей на переходе или приближении к нему пешеходов с учетом изменяющихся во времени и пространстве внешних условий, таких как уровень естественного и искусственного освещения, наличие и интенсивность дорожного движения, а также направление перемещения пешеходов.

Алгоритм наглядно иллюстрирует порядок обработки и выдачи информации, в том числе поступающей от измерительных устройств и от датчиков состояния составных частей системы, а также передача команд исполнительным устройствам управления приборами освещения и другими устройствами, входящими в комплекс [4].

Алгоритм управления освещением нерегулируемых пешеходных переходов приведен на рисунке 1. В нем учтено изменение режима работы устройства управления в зависимости от изменения внешних факторов.

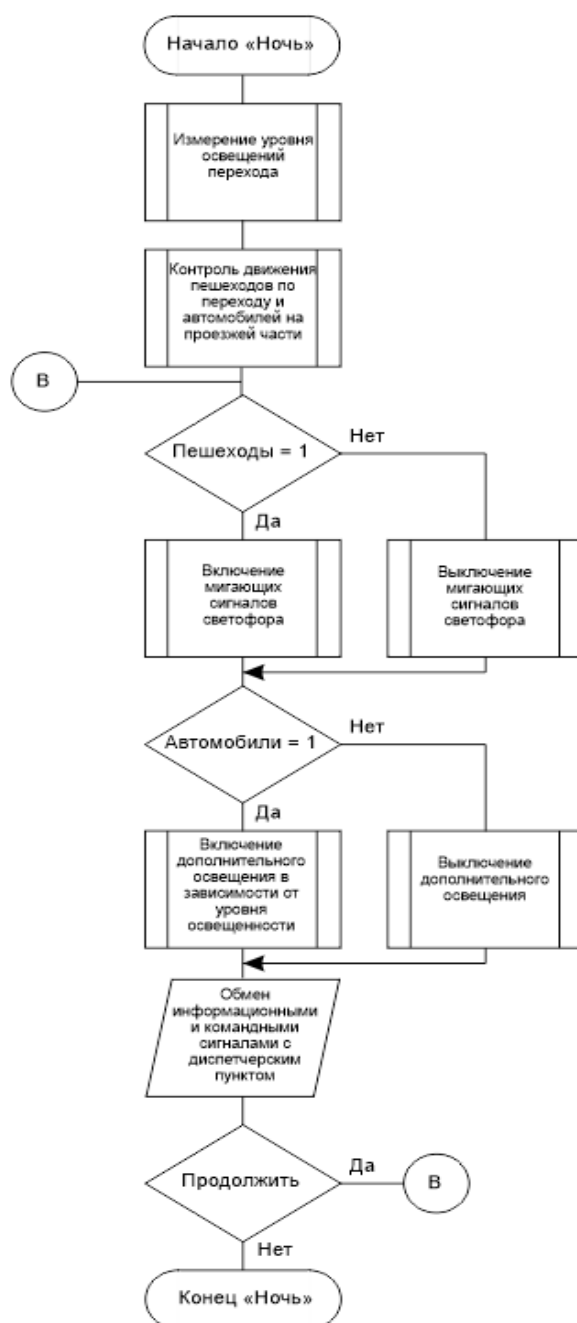


Рис. 1. Подпрограмма «Ночь».

### Заключение

Таким образом адаптивное управление освещением нерегулируемых пешеходных переходов позволяет не только эффективно использовать ресурсы, но и поддерживать на высоком уровне безопасность нахождения пешеходов на переходе за счет своевременного предупреждения водителей об обстановке на нем.

### Список использованных источников

1. Дарибаева А.М. GSM/GPRS модулі негізінде телеметриямен жаяу жүргіншілер өткелін жайластырудың автономды кешен. Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарын жүзеге асырудың негізі» (№13 Сағынов оқулары) атты Халықаралық ғылыми-практикалық online конференциясы еңбектері 17-18 маусым 2021 ж.р. 735-737
2. Автономное уличное освещение на солнечных батареях. [Электронный ресурс]. - режим доступа: <https://contur-sb.com/avtonomnoe-ulichnoe-osveschenie-na-solnechnyh-batareyah/>.

# AUTOMATION OF CENTRALIZED LUBRICATION SYSTEMS

*Aizhambayeva S.Zh., Cand.Tech.Sci., associate professor*  
*Yesbergenova A.A, master's student*  
*Karaganda technical university*  
E-mail: yes\_akerke@mail.ru

## Introduction

Currently, the relevance of the use of centralized lubrication systems (CLS) in the mining and construction industries has increased significantly. This article shows the scope of such systems. The results of experiments in the field of fluidity of domestic and foreign lubricants for CLS at negative temperatures are described.

## Justification of the choice

The effectiveness of centralized lubrication systems (CLS) has been proven by the experience of their application in technological transport and powerful mining equipment [1].

By minimizing the time to complete the work and raising the lubrication conditions, the productivity of the structure increases. Minimizes repair and maintenance costs. Thanks to the system and metered supply of lubricant to the friction units, you can refuse to purchase spare parts. The positive result of the introduction and application of the CLS makes it possible to introduce and use them with the same recognition at other constructions of mining plants. Today, when demand, work efficiency and competitiveness do not lose their relevance, automated systems acquire special importance by the way. As in this case, the use of automation in the lubrication system makes it possible to open a "second wind" to the existence of industries such as heavy machinery and so on.

At the same time, automation has a key role in the modernization of the technical part of equipment at enterprises and the introduction of innovations in production efficiency. With technical modernization, the expected result is a reduction in time and maintenance costs, by increasing the productivity and reliability of the service of the equipment design.

When using automatic centralized lubrication systems, we have the opportunity to minimize the downtime of equipment. The effectiveness of the use of such systems is confirmed by their use on the experience of foreign production (for example, «Komatsu» and «Caterpillar»), which is mainly equipped with similar lubrication systems [2].

The use of automatic centralized lubrication systems makes it possible to significantly increase the productivity of the design and reduce operational moments. Ease of operation, reliability and quick payback are the decisive factors that guide the use of construction and equipment with such systems. The automatic system conducts the lubricating fluid to a specific node, minimizing any human interference in the lubrication process. The system fully ensures continuous monitoring of the lubricant level in the friction units. To date, there is a significant practice of using automatic systems on machinery and equipment. Such lubrication systems as: lightweight, compact, reliable, with the possibility of programming for the selection of lubrication supply modes.

We also need to look at some points that limit the large-scale implementation of automatic centralized lubrication systems. To begin with, it is the masters' distrust of innovations in systems engaged in equipment maintenance. Secondly, automatic centralized systems need to use special lubricants. In order for the system to work properly, it is necessary to use special lubricating oils, manufacturers usually indicate this in the description of the oil or prescribe it in the composition[3].

Lubricant manufacturers produce lubricants with the required characteristics. Typical characteristics of lubricants for automatic centralized lubrication systems are presented in Table 1.

Table 1. Typical characteristics of lubricants for automatic centralized lubrication systems

Indicators	Litol Ultra EP2 (RF)	Mobil SHC 220 (USA)	Multy Duty Grease (Belgium)
NLGI class	2	2	2
Penetration 25°C	269-295	280	265-295
Base oil	Semi - synthetic	Synthetic	Mineral

Operating temperatures, °C	- 45...+130	- 45...+170	-20...+140
Minimum pumpability temperature, °C	-30	No data	-20

The table shows that Litol Ultra lubricants significantly exceed the pumpability limit temperature of Multy Duty and cover virtually the entire temperature spectrum of equipment operation.

In addition to pumpability, it is necessary to look at the penetration number, NLGI (a number describing the softness of the lubricant; the higher the NLGI class, the thicker the lubricant). For lubricants used in automatic centralized systems, the NLGI index should not be more than two. However, this recommendation is sometimes ignored by manufacturers who begin to add hydraulic oil to the composition of lubricants, sometimes even diesel fuel. Such a decision leads to irreversible consequences. The ingress of mechanical and chemical impurities into the composition of the lubricant leads to incorrect operation of the entire equipment system. When a large amount of liquid is introduced into the composition of lubricants, their structure is disrupted, which further leads to a change in their properties. Changing the characteristics of the lubricant: its stability, operating temperatures, viscosity, etc.

Lubricity is one of the main characteristics of lubricants. It is measured by the maximum and welding loads. The maximum load is the critical load at which the oil film is destroyed and the friction mode switches from liquid mode to semi-dry or completely dry. Welding load is an indicator that characterizes the property of the lubricant to prevent abrasion under conditions of high contact loads [4].

### Conclusion

In the modern manufacturing industry, special lubricants containing extreme pressure additives that improve lubricating characteristics are being developed for expensive and difficult-to-maintain equipment. To denote these characteristics, the EP index (Extreme Pressure) is usually used, or it is separately prescribed in the composition of lubricants. They have found a wide range of applications in assemblies and mechanisms that are subjected to vibration and shock load.

In conclusion, it should be noted that for the effective operation of the assembly units, it is necessary to use modern exclusively specialized lubricants of the EP class.

### References:

1. Gosman A.I. *Госман А.И.* Automatic lubrication system – a way to reduce downtime of technological equipment // Mining industry. 2012. № 6
2. Ivanov S.L., Dudko P.P., Dmitriyev G.Yu., Podhalyuzin S.P. Automatic centralized lubrication systems. Application experience, problems and prospects of use. // Notes of the Mining Institute. 2018 № 178.
3. V.I.Shehekotov, A.S.Dzhelyalov, I.N.Krikun, A.I.Gosman, L.P.Prakhov/ Ways to reduce downtime of earthmoving and construction equipment // Mining industry. 2015. № 3.
4. Povkh I.S., Tonkonogov B.P., Bagdasarov L.N., Kolybelsky D.S., Porfiriev Ya.V. Investigation of the dependence of the properties of complex lithium lubricants based on synthetic base oils on the viscosity of the dispersion medium and the composition of the dispersed phase // Journal of SIBFU. Chemistry. 2015. №1.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ CO<sub>2</sub> С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОГО ПИРОЛИЗА

*С.В. Леонов, к.т.н., доцент*

*В.А. Жзута, студент гр. 8Т92.*

*Томский Политехнический Университет*

*Эл. почта: vaz24@tpu.ru*

## **Введение**

Технология плазменного пиролиза углекислого газа является относительно новой разработкой в области исследований процессов конверсии CO<sub>2</sub>. Её отличительной особенностью от прочих видов пиролиза является принцип работы механизма разложения, основанный на термохимическом разложении молекул углекислого газа под действием дугового разряда и, как следствие, расщепление этих молекул на чистый углерод и кислород. Температура плазмы, достигаемая при использовании дугового разряда, составляет 1300-2000оС по сравнению с 850оС, достигаемых при обычном сжигании, что позволяет добиться практически полного разложения исходного материала. Далее, вследствие получения большого количества энергии, происходит ионизация молекул, что приводит к отделению чистого углерода от кислорода. Молекулы кислорода, в свою очередь, образуют озон (O<sub>3</sub>), который, впрочем, довольно быстро разлагается на чистый кислород.

Применение технологии в промышленном масштабе имеет ряд ограничений, самым главным из которых является быстрое нарастание отложений углерода в пиролитических установках плазменного типа. Устранение данного углерода является трудновыполнимой задачей, поскольку речь идёт не только об очистке ионизирующих поверхностей механизма от твёрдых отложений, но и об удалении взвешенных частиц.

Вопрос об актуальности данного исследования фактически отсутствует, поскольку, наблюдая мировые тенденции, в частности в области экологии и защиты окружающей среды, становится очевидным тот факт, что в скором времени технологии конверсии углекислого газа станут для многих производственных предприятий необходимостью. И определённо ясен тот факт, что исследования в данной области будут получать всё большее распространение.

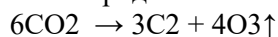
## **Экспериментальная часть**

Для проведения опытов по исследованию процессов пиролитической конверсии углекислого газа была разработана и собрана лабораторная установка, включающая в себя ионизатор, как источник дугового разряда, резервуар, в котором проводились наблюдения изменений состава атмосферы в ходе проведения опыта и набор датчиков нескольких видов.

Суть проведения опытов заключалась в следующем: с помощью химической реакции



происходило заполнение лабораторного резервуара углекислым газом с вытеснением кислорода. Заполненный резервуар представлял собой начальное состояние системы в опыте и момент его окончательного заполнения является точкой отсчёта эксперимента, при которой с помощью датчиков замеряются все исходные состояния системы. Важно отметить, что к этому моменту датчики уже находятся в рабочем состоянии, но ионизатор ещё не включён и конверсии CO<sub>2</sub> не происходит. Затем в течении ограниченного количества времени (100-150 секунд) ионизатор создаёт многократные дуговые разряды и производит конверсию углекислого газа в производные продукты реакции, а именно – в чистый углерод и смесь озона-кислорода:



Все процессы, происходящие на данном этапе опыта, фиксируются газовыми датчиками, расположенными на разных высотных уровнях в резервуаре, что позволяет в реальном времени отслеживать изменения атмосферного состава по слоям, поскольку углекислый газ, озон и кислород имеют разные плотность и вес. По прошествии определённого количества времени становится видно, как озон разлагается на кислород. Концентрация озона становится вдвое меньше каждые 10 минут, то есть спустя час концентрация озона в составе воздуха в резервуаре составляет немногим более 1%, что подтверждается показаниями датчиков.

## **Результаты эксперимента**

Как становится понятно из описания опыта выше, процесс конверсии происходит в условиях чистого углекислого газа, что затрудняет проведение процесса пиролиза, потому что последний, в свою очередь, разбивается на два последующих этапа, один из которых крайне продолжителен во времени. Это – конверсия углекислого газа в продукты реакции и конверсия продуктов реакции в кислород. К тому же углекислый газ, ввиду своих физико-химических свойств недостаточно эффективно позволяет создать дуговой разряд и произвести плазменный пиролиз. На данный момент известно, что замеры значения напряжения дуги составляет 60кВ.

В теории, можно увеличить энергоэффективность, а соответственно, и скорость проведения реакции, добавив в изначальный объём углекислого газа относительно небольшое количество инертных газов, что позволит проводить плазменные реакции с меньшим сопротивлением среды. Проведя анализ литературы по данной тематике, было установлено, что подобные опыты проводились с применением аргона, как наиболее подходящего для данного процесса инертного газа. С результатами опытов вы можете ознакомиться с помощью таблиц, приведённых ниже.

Таблица 1. Преобразование CO<sub>2</sub> и энергоэффективность СВЧ-разряда в условиях чистого CO<sub>2</sub>

Flow rate, LPM	Power, W	Kco <sub>2</sub> , %	ΔK, %	η, %	Δη, %	SEI, ev/mol
17	2000	7.19	0.6	11.6	0.96	1.77
17	2700	9.78	0.6	11.7	0.71	2.4
24.5	2300	8.20	0.6	16.6	1.21	1.4
24.5	3000	8.51	0.6	13.2	0.93	1.82
24.5	4000	9.40	0.6	10.9	0.69	2.43

Таблица 2. Преобразование CO<sub>2</sub> и энергоэффективность СВЧ-разряда с использованием аргона при различных типах СВЧ-разрядов

Microwave sources	Process gases	Pressure, mbar	SEI, eV/molec.	Conversion, %	Energy efficiency,%
24 GHz, 0.5-5 kW	CO <sub>2</sub> /Ar	1000	4.14	31.3	9.5
	CO <sub>2</sub> /Ar	1000	1.5	11.6	22
	CO <sub>2</sub>	1000	2.4	9.8	11.2
	CO <sub>2</sub>	1000	1.4	8.2	16.6
2.45 GHz, 2 kW	CO <sub>2</sub> /Ar	1000	1.5	10	20
	CO <sub>2</sub> /Ar	1000	25	45	5
2.45 GHz, 2 kW	CO <sub>2</sub>	1000	0.5	9	50
2.45 GHz, 1.2 kW + Solar power	CO <sub>2</sub> /Ar	1000	1.8	9.5	10.5
	CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	1000	1.8	15.5	24.5
2.45 GHz, 1 kW	CO <sub>2</sub> /Ar	1000	7.22	36.1	14.7
	CO <sub>2</sub>	1000	1.19	11.8	28.9
2.45 GHz, 6 kW	CO <sub>2</sub>	1000	2.4	11.6	13.5
	CO <sub>2</sub>	200	17.5	74.9	12.3
915 MHz, 30 kW	CO <sub>2</sub>	200	10.3	83	24
2.45 GHz, 1 kW	CO <sub>2</sub>	200	1.7	26	41

## Заключение

В завершение хотелось бы обозначить вектор дальнейших действий. Прежде всего, планируется масштабная работа по модернизации и техническому оснащению лабораторной установки плазменного пиролиза. Также стоит отметить, что в дальнейшем будет акцентироваться внимание именно на проведении опытов с применением инертных газов.

Однако стоит отметить тот факт, что подобные исследования требуют наличия узкоспециализированных приборов и инструментов высокого класса.

## Список используемой литературы

1. Mohammad I. Jahirul, Mohammad G. Rasul, Ashfaque Ahmed Chowdhury and Nanjappa Ashwath. Energies 2012;

2. Д.И. Словецкий. ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДОВ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ. Институт Нефтехимического Синтеза им.А.В.Топчиева РАН;
3. М. С. Котелев (магистр, инж.), П. А. Гущин (к.т.н., с.н.с.)<sup>1</sup>, Е. В. Иванов (к.х.н., с.н.с.), Ю. И. Исаенков (к.т.н., зав. лаб.), Е. В. Нестеров (к.ф.-м.н., зав. лаб.), В. А. Винокуров (д.х.н., проф., зав.каф.) Плазмохимическая конверсия углекислого газа с получением монооксида углерода Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина, кафедра физической и коллоидной химии;
4. Dmitry Mansfelda,, Sergey Sintsova, Nikita Chekmarevb, Alexander Vodopyanov. Conversion of carbon dioxide in microwave plasma torch sustained by gyrotron radiation at frequency of 24 GHz at atmospheric pressure. Journal of CO2 Utilization;
5. Robert D. Green<sup>1</sup>, Marit E. Meyer<sup>2</sup>, and Juan H. Agui<sup>3</sup>. Characterization of carbon particulates in the exit flow of a Plasma Pyrolysis Assembly (PPA) reactor. NASA Glenn Research Center, Cleveland, OH, 44135, USA;
6. Juan H. Aguil and Robert Green. R. Vijayakumar, Gordon Berger, Zach Greenwood, Morgan Abney, and Elspeth Peterson. Filtration of Carbon Particulate Emissions. Plasma Pyrolysis Assembly;
7. Jiajie Wang, Mohammad S. AlQahtani, Xiaoxing Wang, Sean D. Knecht, Sven G. Bilén, Chunshan Song and Wei Chu. One-step plasma-enabled catalytic carbon dioxide hydrogenation to higher hydrocarbons: significance of catalyst-bed configuration. The Royal Society of Chemistry.



## РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОНТРОЛЛЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Я.В. Калинин, студент гр. 8Т8Б,  
И.А. Тутов, ст. преподаватель  
Томский политехнический университет  
E-mail: yvk36@tpu.ru*

### **Введение**

Ежегодно увеличивается доля предприятий, использующих автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), и каждую АСУ необходимо обеспечивать средствами информационной безопасности. Согласно статистике лаборатории Касперского, в четвертом квартале 2021 года на территории РФ только на 20.86% компьютеров АСУ были заблокированы вредоносные объекты, причем динамика отрицательная, поскольку в первом квартале данный показатель был равен 31.75%. Также важным показателем является процент атакованных компьютеров АСУ в нефтегазовой отрасли – в 2017 г. данный показатель составил 26.4% [1].

Подобные кибератаки угрожают таким информационным свойствам АСУ, как конфиденциальность, целостность и доступность, причем в данном случае наиболее остро стоит вопрос нарушения целостности информации, т.е. данные и параметры технологического процесса могут изменить лица, не имеющие на это права. Данные свойства АСУ обозначены в приказе ФСТЭК №31 от 14 марта 2014 г. [2].

Примерами последствий успешных кибератак на комплексы АСУ являются отключение злоумышленниками теплоснабжения в финском городе Лаппеэнранта и отключение коммунальных услуг в Мичигане (США) в 2016 году.

Таким образом, целью работы является разработка устройства, позволяющего отслеживать сетевой трафик и состав запросов сетей АСУ ТП и предотвращать вторжения в них.

### **Концепция разработки**

Были проанализированы существующие средства информационной безопасности АСУ. Наиболее известными решениями отечественного рынка являются продукты Kaspersky Industrial CyberSecurity («Лаборатория Касперского»), Industrial Security Incident Manager (Positive Technologies), ДАТАРК («Уральский Центр Систем Безопасности»). По изучении принципа работы данных программно-аппаратных комплексов был сделан вывод, что на уровне технологических сетей и прикладного уровня протоколов взаимодействия ведется неинтрузивное инспектирование трафика сетей и оценка содержимого фреймов протоколов, однако это оставляет опасность проникновения злоумышленника к управляемому ПЛК и при знании модели и конфигурации контроллера позволяет получить доступ к данным технологического процесса, либо позволяет выяснить конфигурацию устройства с помощью диагностических команд [3].

Таким образом, был сформирован следующий принцип работы устройства для отслеживания сетевого трафика: в линию связи между контроллерным оборудованием и станцией оператора АСУ устанавливается устройство, выполняющее анализ и фильтрацию потока данных, поступающих от станции оператора к контроллерному оборудованию и уведомляющее о нарушении режима функционирования или вторжении в сеть по другому интерфейсу (предполагается также трансляция уведомлений на компьютер специалиста по информационной безопасности).

Для первоначальной разработки был принят протокол взаимодействия Modbus RTU, поскольку данный протокол позволяет объединять до 247 ведомых устройств, имеет открытую структуру и стандарты, а также поддерживается большинством современных ПЛК [4].

Первым этапом разработки программной части была реализация передачи данных посредством универсального асинхронного приемопередатчика (УАПП, UART) между ПК и микроконтроллером AVR ATmega16 с использованием системы прерываний.

Следующим шагом была реализация приема и передачи сообщений формата Modbus RTU. Протокол поддерживает такие функции, как чтение дискретных входов, чтение состояния релейных выходов, запись состояния одного или нескольких релейных выходов, чтение регистров данных, а

также чтение и запись файла. Первоначально было принято решение реализовать функцию записи одного релейного выхода.

Для разработки программной части используется IDE Microchip Studio, а для отладки и тестирования вариантов прошивки МК используются САПР Proteus и программа-терминал 1.9b. Для симуляции запросов ведущего устройства используется программа Modbus Poll.

При получении и успешной обработке фрейма ведомое устройство должно отвечать «эхом», т.е. фреймом, аналогичным запросу. При получении фрейма, данные в котором не поддерживаются разрабатываемым устройством, т.е. не соответствуют уставке, загруженной в МК, микроконтроллер отвечает соответствующим сообщением («Обращение к недействующему устройству», «Обращение к недействующему регистру» и т.д.). На рисунках 1 и 2 приведены примеры корректного и некорректного запросов и соответствующих им ответов.

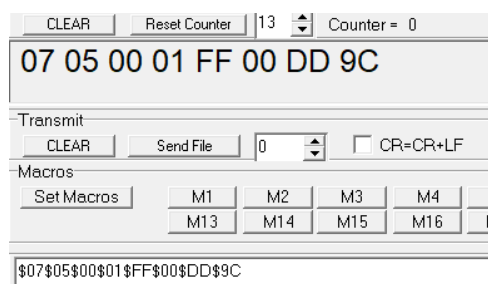


Рис. 1. Ответ «эхо» на допустимую команду записи состояния одного релейного выхода.

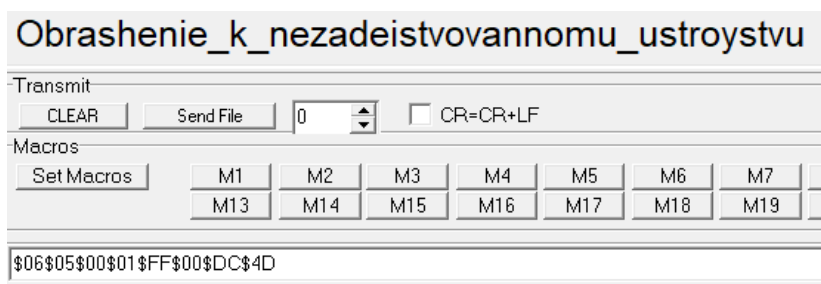


Рис. 2. Ответ устройства на запрос к недействующему устройству.

Таким образом, на некорректный с точки зрения уставки запрос устройство отвечает соответствующим сообщением.

В дальнейших планах работы над устройством стоят использование МК с расширенными аппаратными возможностями (два аппаратных UART и увеличенный объем памяти программ), разработка экранной формы для компьютера специалиста по информационной безопасности, а также разработка сценария, при котором МК определяет последовательность некорректных запросов как нежелательную активность в сети.

#### Список использованных источников

1. Kaspersky ICS CERT. Статистика. [Электронный ресурс]. URL: <https://ics-cert.kaspersky.ru/statistics/> (дата обращения 27.02.22).
2. Приказ ФСТЭК России от 14 марта 2014 г. N 31. [Электронный ресурс]. URL: <https://fstec.ru/index?id=868:prikaz-fstek-rossii-ot-14-marta-2014-g-n-31> (дата обращения 27.02.22).
3. Небайкин М. Кибербезопасность АСУ ТП. Обзор специализированных наложенных средств защиты. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.anti-malware.ru/analytics/Market\\_Analysis/ICS-security-review](https://www.anti-malware.ru/analytics/Market_Analysis/ICS-security-review) (дата обращения 27.02.22).
4. Интеллект модуль. Краткое описание протокола Modbus/RTU. [Электронный ресурс]. URL: [https://intellect-module.ru/downloads/manuals/inode\\_35D/ModBus\\_RTU.pdf](https://intellect-module.ru/downloads/manuals/inode_35D/ModBus_RTU.pdf) (дата обращения 21.02.22).

# ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДЫ НА ЖЕЗКАЗГАНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ

*Е.С.Котов, PhD, ст. преп.,  
И.А.Коломыцева, студент гр. АиУ-18-5  
Карагандинский технический университет  
E-mail: kolomirina@mail.ru*

## **Введение**

Состояние добываемой руды в настоящее время характеризуется бедностью и сложностью минерального состава. Металлургическая переработка руды с малым содержанием полезного компонента экономически невыгодна. Именно поэтому возникла потребность в предварительном повышении ее качества. Таким образом, разработка месторождений твердых полезных ископаемых состоит из трех основных этапов: добычи, обогащения и переработки в требуемый продукт.

Обогащение руды представляет собой процесс переработки сырья, состоящий из ряда последовательных этапов, в результате которых полезные компоненты руды отделяются от примесей. В большинстве добываемых руд вкрапленность минералов довольно тонкая. Дробление в редких случаях бывает достаточно для разделения полезного ископаемого на окончательные продукты. При тонком вкраплении полезных минералов руду необходимо измельчать до размера зерен, то есть до 0,05-0,07 мм [1].

Процесс измельчения, а так же другие подготовительные процессы нуждаются в контроле рабочих параметров перед непосредственным обогащением.

Технологическое оборудование и программное обеспечение со временем устаревают. В связи с этим на производстве возникают аварийные ситуации. Целью работы является исследование системы управления процесса измельчения руды на Жезказганской обогатительной фабрике с последующей модернизацией.

## **Описание системы управления**

Основным оборудованием для измельчения руды являются мельницы. Классификация мельниц достаточно широка. Мельницы различаются по форме и виду рабочего органа, форме рабочего пространства, характеру работы. В технологическом процессе измельчения полезных ископаемых широко применяются барабанные мельницы.

Действующая система управления (САУ) барабанной шаровой мельницей Жезказганской обогатительной фабрики была разработана как человеко-машинная система, работающая в режиме реального времени.

Создание системы управления преследовало несколько целей. С помощью САУ реализовываются функции защиты в автоматическом режиме при аварийных ситуациях. Повышаются межремонтные интервалы за счет оптимизации режимов работы оборудования и уменьшения ошибочных действий обслуживающего персонала в результате применения защит и блокировок, реализованных на промышленном контроллере. Персонал своевременно обеспечивается необходимым объемом достоверной информации для принятия оперативных решений в процессе эксплуатации.

Система автоматического управления создана в 2013 году на базе комплекса современных технических и программных средств. Основой технической части являются контроллер Mitsubishi Electric FX3U-16MR/ES, графическая панель оператора серии GT11, различные реле, лампы индикации и кнопки управления.

Программные средства реализуют сложные алгоритмы управления, улучшают человеко-машинный интерфейс, повышают устойчивость и надежность системы при отказе каких-либо ее элементов. Благодаря применению современных программных средств, система управления мельницей позволяет достичь высоких показателей работы.

Человеко-машинный интерфейс построен на основе многооконной графической среды. Такая организация позволяет оператору следить за состоянием объекта и его рабочими параметрами в реальном времени. Аварии регистрируются в отдельном окне, где так же можно расшифровать их причину и скоординировать дальнейшие действия. Настройка блокировок и рабочих температурных диапазонов происходит непосредственно через панель оператора без обращения к программному коду.

В результате функционирования системы управления достигнуто отсутствие перегрева подшипников мельницы и электродвигателя, отсутствие "масляного голодания" подшипников мельницы, архивирование аварийных ситуаций, наличие предупредительной сигнализации о критических показателях измеряемых параметров, информирование операторов о показателях барабанной мельницы. Все данные о состоянии объекта выводятся на графическую панель, представленную на рисунке 1.

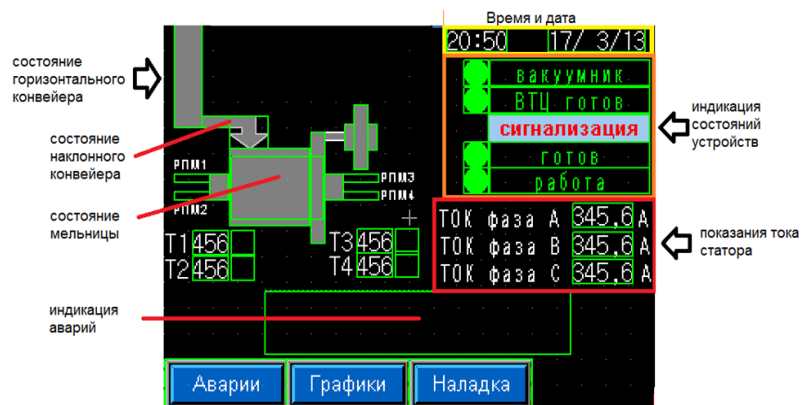


Рис.1. Графическая панель системы управления шаровой мельницей.

### Недостатки действующей системы управления

Несмотря на работоспособность системы, недостатки есть как в программной, так и в технической ее частях.

Главной проблемой технической части является устаревший контроллер Mitsubishi Electric FX3U-16MR/ES с 8 дискретными входами и 8 дискретными выходами, требующий для реализации задуманного алгоритма управления дополнительных модулей расширения. За время эксплуатации САУ появились более мощные и производительные контроллеры - серия MELSEC iQ-F. Контроллеры серии iQ-F усовершенствованы высокоскоростной шиной, расширенным перечнем встроенных функций, улучшенной средой разработки. Используемая в ПЛК флэш-память не требует питания, что исключает возможность потери кода программы [2].

Недостаток программной части заключается в отсутствии функционального блока управления классификатором. Ведь классификация и измельчение - тесно связанные процессы, важные для подготовительного процесса обогащения руды.

### Заключение

В результате проведения исследования можно сделать вывод о том, что для повышения эффективности работы системы управления процесса измельчения руды необходимо обновить техническую часть. В программную часть добавить блок контроля и управления классификатором. К тому же необходима модернизация графической панели путем замены ее на новую модель, а так же обновления программного обеспечения.

Все вышеперечисленное позволит исключить внештатные ситуации, возникающие в процессе измельчения, а так же улучшить алгоритм работы мельницы.

### Список использованных источников

1. Корчевский А.Н., Назименко Е.И., Науменко В.Г., Серафимова Л.И. Подготовительные процессы при обогащении полезных ископаемых. Дробление, измельчение, грохочение и классификация. [учебное пособие] / А.Н. Корчевский, Е.И. Назимко, Л.И. Серафимова, В.Г. Науменко В.Г.; ГОУВПО «ДОННТУ». - Донецк: ДОННТУ, 2017. – 180 с.
2. Mitsubishi Electric. Programmable controller MELSEC iQ-F series [Электронный ресурс]. URL: <https://ru3a.mitsubishielectric.com/fa/ru/products/ctrl/plcf/items/> (дата обращения: 21.02.2022).

# АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С УСТРОЙСТВ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ ПРОТОКОЛ MODBUS

*В.А. Нагибин, магистрант*

*Научный руководитель: А.О. Трубаков, к.т.н., доц.  
Брянский Государственный Технический Университет  
E-mail: vicnag015@gmail.com*

## **Введение**

В настоящее время все больше окружающих нас вещей переходит в цифровое пространство. В современном производстве цифровизация идет полным ходом [2], создается узкоспециализированное ПО и оборудование, появляются специальные интерфейсы и протоколы, для обмена информацией между системами [3]. Зачастую, обслуживание таких систем требует много сил и времени, потому что иногда невозможно оперативно получать информационные сводки. Поэтому целью работы являлось проектирование системы, которая может давать разграниченный доступ к данным по протоколу Modbus, с помощью веб-сервиса или Android приложения.

## **Анализ требований**

Перед началом проектирования была проанализирована прикладная область и собраны основные требования к системе. После анализа этих требований стало ясно, что система должна поддерживать следующий набор функций:

- автоматизированный сбор данных со всех подключенных к комплексу элементов;
- хранение собранных данных в нормализованном виде (текущий срез), а также истории изменения этих данных (предыдущие показания);
- персонафицированная выдача данных пользователям с учетом их прав доступа;
- управление ролями и учетными данными пользователя, правами доступа к тем или иным показаниям;
- прослойка доступа к данным, позволяющая использовать сервис как в веб-системах, так и в мобильных приложениях.

На основе этих требований была выбрана трехслойная архитектура, максимально точно отражающая собранные требования.

## **Архитектура проектируемого комплекса**

Для того, чтобы информационная система работала стабильно и без сбоев, а также отвечала всем требованиям, необходимо выбрать наиболее подходящую для этого архитектуру, учитывая особенности мест, в которых будет использоваться ПО.

Архитектура современных ИС бывает нескольких видов [1]:

1. Локальная (все компоненты ИС находятся на одном сервере).
2. Файл-серверная (данные хранятся на отдельном компьютере).
3. Клиент-серверная (интерфейс пользователя находится на одном устройстве, а вся остальная логика на другом).
4. Трехуровневая архитектура (помимо клиента и сервера появляется сервер приложений).

Сам проектируемый комплекс будет состоять из сервисов, каждый из которых отвечает своим нуждам: сервис, ролью которого будет обработка данных, сервис получения информации от устройств по протоколу Modbus, сервис хранения, из которой уже с помощью интерфейса пользователь, через прослойку передачи данных, будет получать значения исходя из уровня допуска, после прохождения авторизации, также посредством интерфейса можно производить управление пользователями и настраивать адреса переменных для их чтения.

У каждой из архитектур есть как преимущества, так и недостатки, но исходя из требований для организации работы системы будет использоваться трехуровневая архитектура, так как именно в ней, можно реализовать отдельный сервер данных и уменьшить нагрузку на всю систему, а также обеспечить своевременный доступ. На представленном ниже рисунке 1 приведена модель спроектированной ИС.



Рис. 1. Архитектура системы.

### Заключение

В результате проделанной работы была проанализирована прикладная область и выбрана архитектура проектируемого комплекса. В результате проведенного анализа требований и существующих архитектур был составлен макет организации системы. Следующими этапами создания такой ИС будут исследование работы протоколов, создание системы взаимодействия с источником данных и реализация клиентской части.

### Список использованных источников

1. Ядгарова Ю.В., Таратухин В.В. Методика выбора шаблона программной архитектуры на основе анализа параметров качества системы // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2019. Т. 12. № 2. С. 28—38. DOI: 10.18721/JCSTCS.12203
2. Зозуля Д.М. Цифровизация российской экономики и Индустрия 4.0: вызовы и перспективы // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Том 8. – № 1. – С. 1-14. doi: 10.18334/vines.8.1.38856
3. Нургалиев Р.К. Промышленные сети передачи данных / Р.К. Нургалиев, Р.Н. Зарипов, Д.Б. Флакс, Э.У. Даутова // Вестник Казан.технол.ун-та. –2013. –Т. 16, № 1. – С. 252-255.

# НЕОБХОДИМОСТЬ ОЧИСТКИ ВИБРОСИГНАЛА ОТ ШУМОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

*М.М. Закирничная, д.т.н.,  
Э.Р. Насырова, магистрант.  
Уфимский государственный нефтяной технический университет  
E-mail: elzalilac@gmail.com*

## **Введение**

В топливно-энергетическом комплексе РФ центробежные насосные агрегаты (ЦНА) являются одним из основных видов нагнетательного оборудования. Данные гидравлические машины позволяют перемещать жидкости по трубопроводам от различных аппаратов и установок, применяемых на химических производствах. ЦНА имеет ряд существенных достоинств: высокая производительность, малая чувствительность к загрязнениям перекачиваемой жидкости, надежность в работе и долговечность [1]. Несмотря на последнее преимущество, ЦНА всё же имеет свои стандартные неисправности. Это и потребление чрезмерной мощности насосом, и отсутствие подачи жидкости после его запуска, и невозможность развития необходимого давления [2]. При этом вибросигнал является той значимой характеристикой, благодаря которой решаются задачи обнаружения скрытых дефектов конструкций технического оборудования вследствие повышенной вибрации во время работы.

Практически мгновенная реакция и высокая информативность вибросигнала позволяет своевременно обнаружить изменения состояния оборудования [3]. Именно поэтому первостепенным методом в оценке текущего технического состояния является вибродиагностика. Виброакустический сигнал в данном случае является основным носителем информации состояния элементов, деталей и узлов в процессе работающего насосного агрегата [3].

## **Основные методы обработки**

Для анализа вибрационных параметров, в основном, применяют классический метод обработки – спектральный анализ. Данный вид анализа базируется на преобразовании Фурье, в основе которого лежит перевод временных характеристик данных в частотные и наоборот. Однако, если при анализе стационарных сигналов использование спектрального анализа с преобразованием Фурье, соответственно, бывает достаточно, то для нестационарных сигналов данный вид анализа не всегда является эффективным [4]. Ограниченность преобразования Фурье также заключается в возможности работать только в одной области: либо частотной, либо временной. Это значит, что преобразование Фурье позволяет определить наличие определенных частот в спектре сигнала, однако не даёт определить время их существования.

Для решения временной локализации спектральных компонентов определяется частотное представление сигнала с использованием вейвлет-преобразования. Данный математический базис появился сравнительно недавно – в 1980 г. первое упоминание было в работах по анализу и цифровой обработке сейсмических и акустических сигналов А. Гроссмана и Ж. Морле [5]. В настоящее время применение вейвлет-преобразования широко распространено не только в нефтяной и газовой промышленности, но и в обработке геофизических экспериментов, в экономике и даже в медицине [5].

## **Обоснование применения вейвлет-преобразования**

В [6, 7] описаны теоретические основы применения вейвлет-анализа в вибродиагностике и обоснована возможность применения вейвлет-преобразование вибросигнала насосных агрегатов в дополнение к спектральному Фурье-преобразованию для раннего выявления дефектов, а также частично затронута очистка от шума при помощи дискретного вейвлет-преобразования. Кроме того, было установлено [8], что количественной характеристикой вейвлет-картины, характеризующей степень развития неисправности или дефекта, могут являться мультифрактальные параметры и определена зависимость степени однородности от амплитуды сигналов. Также определены диапазоны мультифрактальных параметров, соответствующих стадиям технического состояния центробежных насосных агрегатов.

## Заключение

С учётом данных результатов исследований разработана методика, позволяющая определить пороговое значение исключаемой шумовой составляющей вибросигнала без потери необходимой полезной информации о степени развития неисправности или дефекта насосного агрегата.

## Список использованных источников

1. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Том 1 – М.: Химия, 1981. – 812 с.
2. Тарасов В.М. Безопасная эксплуатация насосов и компрессоров в химической и нефтехимической промышленности – М.: Химия, 1985. – 64 с.
3. Ширман, А.Р. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования. / А.Р. Ширман, А.Б. Соловьев. - М.: Наука, 1996. – 276.
4. Вэйвлеты в вибрационной динамике машин. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.vibration.ru/wavelet.shtml> (дата обращения 07.11.2021).
5. Вейвлет-анализ в примерах: Учебное пособие. / Нагорнов О.В., Никитаев В.Г., Простокишин В.М., Тюфлин С.А., Проничев А.Н., Бухарова Т.И., Чистов К.С., Кашафутдинов Р.З., Хоркин В.А. М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 120 с.
6. Солодовников, Д.С. Вейвлеты и детерминированный хаос при анализе вибросигналов центробежно-компрессорных агрегатов: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.09 / Солодовников Дмитрий Сергеевич. – Уфа, 1999. – 124 с.
7. Корнишин, Д.В. Вейвлет-анализ и мультифрактальная параметризация при оценке технического состояния центробежных насосных агрегатов: Дис. ... канд. техн. наук. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2015. 171с.
8. Кузеев, И.Р., Закирничная, М.М., Корнишин, Д.В., Камалов, Ф.Ф. Оценка технического состояния центробежного насосного агрегата на основе многофракционной параметризации вейвлетных изображений // Нефтегазовое дело. 2015. Т. 13. № 2. С. 145-150.
9. Варламов, В.А. Сопоставительный анализ возможностей Фурье - и Вейвлет - преобразований при вибродиагностике нестационарных динамических объектов: Дис. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. –123с.



# РАЗРАБОТКА НАБЛЮДАТЕЛЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ДЛЯ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Т. Е. Мамонова, к.т.н., доц.,  
З. Ш. Нгуен, студент гр. 8ТМ01  
Томский политехнический университет  
E-mail: zuyshang1@tpu.ru

## Введение

В настоящее время запасы органического топлива истощаются, и его использование во все возрастающих объемах ведет к загрязнению окружающей среды. В будущем неизбежно сокращение потребления органического топлива и его замена другими источниками энергии. Ветроэнергетика является одним из основных игроков в этом контексте, и сегодня она является самой распространённой частью среди других методов возобновляемой энергии. Для улучшения эффективности работы ветрогенератора и повышения устойчивости системы необходима системы управления ветрогенератором. Для этого, целью представленной работы является разработка наблюдателя крутящего момента ветрогенератора.

## Описание системы

Структурная схема ветрогенератора с использованием постоянного магнита синхронного генератора представлена на рисунке 1.

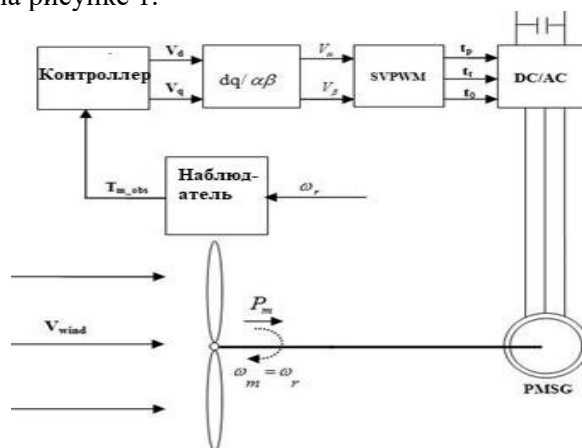


Рис. 1. Структурная схема ветрогенератора.

Система состоит из турбины, контроллера, наблюдателя, генератора. Блок турбины дает параметры механической мощности (ветровой мощности), вкладываемой в генератор. Ветровой момент от наблюдателя поступает на контроллер, сигнал управления проходит через инвертор, подключенный к генератору.

На основе анализа и построения математической модели аэродинамической ветротурбины, математической модели генератора, теории ПИД-регулятора, теории наблюдателя Луенбергера, а также теории наблюдателя Калмана, были построены ПИ-регулятор тока и наблюдатель момента.

Кинематические уравнение генератора имеет вид:

$$\begin{aligned} \dot{i}_{ds} &= \frac{1}{L_d} V_{ds} - \frac{R_s}{L_d} i_{ds} + p \frac{L_q}{L_d} \omega i_{qs} \\ \dot{i}_{qs} &= \frac{1}{L_q} V_{qs} - \frac{R_s}{L_q} i_{qs} - p \frac{L_d}{L_q} \omega - p \frac{\lambda}{L_q} \omega i_{ds} \\ \dot{\omega} &= \frac{2n^2}{2J} \lambda i_{qs} - \frac{B}{J} \omega - \frac{1}{j} T_m \quad (1) \end{aligned}$$

где:  $L_d, L_q$  – индуктивность d, q статора (Гн);  $i_{ds}, i_{qs}$  – ток d, q статора (А);  $\lambda$  – магнитный поток (В.с/рад);  $\omega_s$  – угловая частота цепи статора (рад/с);  $R_s$  – сопротивление статора;  $J$  – момент инерции (Кг.м<sup>2</sup>);  $B$  – коэффициент трения, безразмерная величина;  $T_L$  – механический момент (Н.м);  $\omega$  – скорость ротора (рад/с). На основе уравнения (1) построен наблюдатель момента рассматриваемого устройства.

Модель состояния объекта:

$$\begin{pmatrix} \dot{\omega} \\ \dot{T}_L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{B}{J} & -\frac{1}{J} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega \\ T_L \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{3p^2}{2J} \\ 0 \end{pmatrix} i_{qs}$$

или  $\dot{x} = Ax + Bu; y = Cx$

где  $x = \begin{pmatrix} \omega \\ T_L \end{pmatrix}; A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{B}{J} & -\frac{1}{J} \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} \frac{3p^2}{2J} \\ 0 \end{pmatrix}; u = i_{qs}; y = \omega; c = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}^T$

Уравнение наблюдателя:

$$\begin{cases} \frac{d\hat{x}}{dt} = A\hat{x} + Bu + L(y - \hat{y} - Du) \\ \hat{y} = C\hat{x} \end{cases}$$

и  $\hat{x} = \begin{pmatrix} \hat{\omega} \\ \hat{T}_L \end{pmatrix}; e = x - \hat{x}; L = \begin{pmatrix} L_1 \\ L_2 \end{pmatrix}$ .

Структурная схема наблюдателя имеет вид:

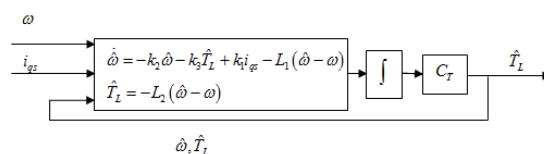


Рис. 2. Структурная схема наблюдателя.

Выполняем расчеты с конкретными параметрами системы, взятыми из [2]. Тогда параметры

наблюдателя примут вид:  $L = \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -34000 \end{bmatrix}$ .

На основании полученных математических моделей и параметров было выполнено моделирование системы с помощью программы Matlab-Simulink. Результаты представлены на рисунке 2.

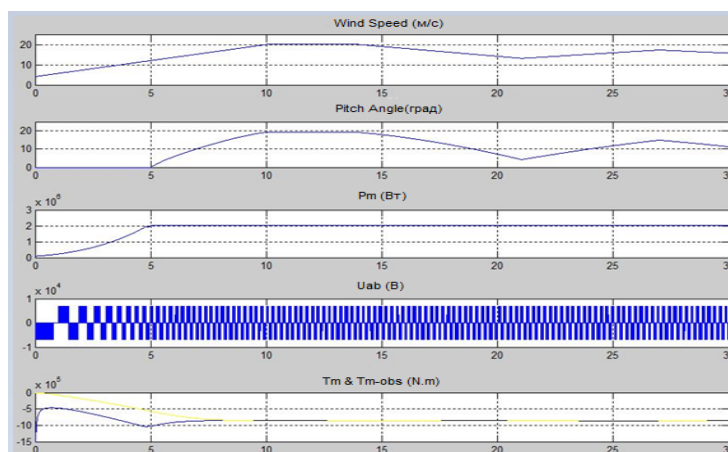


Рис. 3. Результаты моделирования.

### Заключение

По результатам моделирования видно, что наблюдатель крутящего момента ветрогенератора хорошо работает в области, превышающей номинальную скорость ветра (> 11,8 м/с). Однако, время

отклика наблюдателя имеет большое значение для области скорости ветра ниже указанной номинальной скорости, когда скорость ветра изменяется быстро.

#### **Список использованных источников**

1. S. Vijayalakshmi. Modelling and control of a Wind Turbine using Permanent Magnet Synchronous Generator / Vijayalakshmi.s S. Saikumar // International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST). – 2011. – Vol. 3. – pp. 2377–2384.
2. Nicholas P. W. Strachan. Dynamic Modelling, Simulation and Analysis of an Offshore Variable-Speed Directly-Driven Permanent-Magnet Wind Energy Conversion and Storage System (WECSS)/, Nicholas P. W. Strachan, Dragan Jovicic// IEEE Trans. Energy Conversion – 2007. – pp. 1–6
3. N.T.-T. Vu. Robust speed control method for permanent magnet synchronous motor/ Vu N.T.-T, H.H. Choi, R.-Y. Kim, J.-W. Jung // IET Elec. Power Appl., 2012, Vol. 6. – pp. 399–411.

# ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕРАПИИ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

*А.А. Филипас, к.т.н., доцент ОАР  
А. Павловский, студент гр.8ТМ12  
Томский политехнический университет  
E-mail: avp135@tpu.ru*

## **Введение**

Пандемия коронавируса COVID-19 оказывает большое влияние на здоровье и жизни людей, за 2021 год в мире заболело 204 млн. человек [1]. Вирус SARS-CoV-2 оказывает комплексное повреждающее действие на организм, вызывает острый респираторный дистресс-синдром, приводя к длительным нарушениям функций легких. Ксенон способен восстановить вентиляционную функцию легких и снижать отдаленные последствия перенесенной коронавирусной инфекции.

В Томском национальном исследовательском медицинском центре Российской академии наук, НИИ фармакологии и регенеративной медицины им. Гольдберга разработан и запатентован новый способ ингаляции газовой смесью ксенона с кислородом [2]. После прохождения курса ингаляций с использованием разработанного способа у пациентов значительно снижались симптомы дыхательной недостаточности, увеличивался дыхательный объем, уменьшалась частота дыхания и сердечных сокращений.

Ингаляция ксеноном также позволяет проводить профилактику и лечение целого спектра заболеваний, вызванных стрессом. Результатами проведения процедуры становятся улучшение настроения, памяти, работоспособности, устранение повышенной нервозности и укрепление иммунитета [3].

При разработке новых методик лечения легочных заболеваний возникают проблемы, связанные с определением составов газовых смесей, количеством и продолжительностью необходимых процедур (зависят от индивидуальных показателей пациента), сложностью регистрации согласно требованиям Минздрава России новых клинически подтвержденных методик газовой терапии; длительностью разработки и утверждением новых методик терапии.

Цель проекта – разработка программно-аппаратного комплекса для автоматизации научных исследований в области терапии легочных заболеваний на основе многокомпонентной газовой смеси. Данный комплекс необходим для подтверждения и разработки новых методик лечения: COVID-19, легочных заболеваний (ХОБЛ, астма, туберкулез и т. п.) и заболеваний, связанных с неврологическими расстройствами.

## **Описание разрабатываемого комплекса**

Программно-аппаратный комплекс для автоматизации [4] научных исследований в области терапии легочных заболеваний должен обладать такими ключевыми решениями как: возможность варьировать количество входных компонентов газовой смеси и в значительных пределах менять процентное соотношение подаваемых газов. Кроме этого, необходима информационная сеть для учета клинических процедур по каждому пациенту и получения (обобщения) данных о параметрах и (или) критериях, для улучшения эффективности проведения терапии и разработки новых методик лечения легочных заболеваний (все измерения и данные должны быть согласованы с реальным масштабом времени). Программно-аппаратный комплекс, предназначенный для исследования и подтверждения методик, будет применяться в научно-исследовательских госучреждениях и сертифицированных частных компаниях.

Была разработана структура комплекса (рис. 1), которая включает: 1) прямой канал подготовки газовой смеси (полуоткрытая система) предназначенный для дозировки газов из баллонов в смеситель, для перемешивания в однородную смесь, и передачи ее в ингаляционную маску пациента; 2) канал регенерации (для замкнутой системы дыхания) осуществляет забор остаточной смеси из ингаляционной маски пациента при выдохе, через дополнительный клапан, для отсечки углекислого газа и помещается в отдельный баллон, а оставшаяся смесь попадает в баллон для остаточной смеси; 3) система управления и контроля (датчики) [5] для управления редукторами, вентилями, смесителем

и другими аппаратными частями комплекса (следит за параметрами системы и пациента); 4) блок получения/отправки данных для связи комплекса с единой информационной сетью. Информационная сеть [6] необходима для сбора данных о проведенных терапиях и их анализа для выработки методик лечения от: COVID-19 и т. п. Она включает сбор и анализ данных с программно-аппаратного комплекса. Так же предусматривается обеспечение информационной безопасности [7] и безопасности проведения терапии.

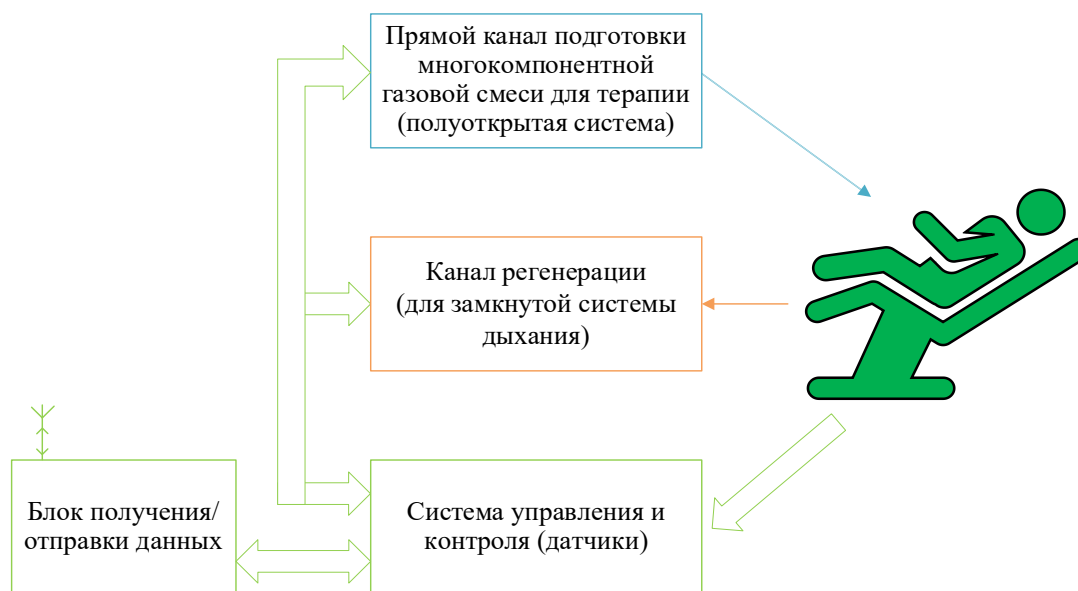


Рис. 1. Структура комплекса.

Работа аппаратной части комплекса происходит поэтапно: вначале производится автоматическое дозирование необходимого количества компонентов газовой смеси, затем, с помощью смесителя, происходит перемешивание в однородную смесь, далее система управления дает команду подачи готовой смеси в ингаляционную маску пациента. В течении всего процесса система управления и контроля регистрирует и форматирует данные для персонального и общего анализа. Что касается программной части комплекса, то были разработаны такие алгоритмы работы: 1) сервисный режим для проверки корректности работы всех программных и аппаратных частей комплекса при включении; 2) режим терапии, организует корректное выполнение процедуры: либо выбранной из списка заложенных методик (для дальнейшей ее шлифовки), либо заданные вручную параметры (для тестирования или подтверждения новых теоретически описанных методик).

Базовый аппаратный состав комплекса включает в себя: баллоны с газами, смеситель, систему управления и контроля, а также клапана подачи готовой смеси пациенту через ингаляционную маску. Аппаратный состав программно-аппаратного комплекса имеет универсальность за счет блочного принципа, на пример, изменение количества используемых газов от двух до четырех.

## Заключение

Разработана концепция программно-аппаратного комплекса, для автоматизации научных исследований, которая поможет с определением составов газовых смесей, количеством и продолжительностью процедур в зависимости от индивидуальных показателей пациента; позволит сократить и упростить регистрацию согласно требованиям Минздрава России новых клинически подтвержденных методик газовых терапий. Прошла стадия предварительного проектирования, сейчас стадия разработки опытного образца.

## Список использованных источников

1. Статистика заболевших COVID-19, за 2021 – URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>.
2. A case of xenon inhalation therapy for respiratory failure and neuropsychiatric disorders associated with COVID-19 – URL: <https://doi.org/10.17179/excli2021-4316>.
3. Ксенонотерапия описание – <https://medsi.ru/articles/chto-takoe-ksenonoterapiya/>.

4. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления: учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-5816-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145842> (дата обращения: 07.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Шалыгин, М. Г. Автоматизация измерений, контроля и испытаний: учебное пособие / М. Г. Шалыгин, Я. А. Вавилин. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3531-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115498> (дата обращения: 07.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Пирогов В.Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 528 с.: ил. — (Учебное пособие для вузов) — ISBN 978-5-9775-0399-0.
7. Нестеров, С. А. Основы информационной безопасности: учебник для вузов / С. А. Нестеров. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-6738-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165837> (дата обращения: 07.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

# РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЛИВНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ РАСХОДОМЕРОВ ВОДЫ

*Е.С. Котов, PhD, старший преподаватель  
Г.А Руднев, магистрант гр. АУМ-21-3  
Карагандинский технический университет  
E-mail: g.rudnev@gmail.com*

## **Введение**

Согласно пункту 1 статьи 8 Закона Республики Казахстан Об энергосбережении и повышении энергоэффективности, в проектах строительства объектов, потребляющих энергетические и водные ресурсы, предусматривается обязательная установка приборов учета [1]. Таким образом, в последние годы в Республике Казахстан стремительно увеличивается количество приборов для коммерческого учета в области ЖКХ, в том числе расходомеров-счетчиков.

Одна из проблем, возникающих при эксплуатации расходомеров-счетчиков – проведение периодической поверки для подтверждения характеристик приборов требованиям установленных норм точности. Для подтверждения требуемой точности необходимо обеспечение средств измерения расхода эталонной базой - проливными поверочными установками. Учитывая активное внедрение электронных приборов коммерческого учета воды, необходимо заниматься развитием лабораторий и мастерских для их обслуживания, ремонта, поверки, и подготовкой специалистов данного профиля [2]. Предприятие ПК «Омега-2» является одним из немногих в регионе, которое оказывает вышеперечисленный спектр услуг и имеет сертифицированную установку для поверки средств измерений расхода. Установка имеет ряд недостатков, и нуждается в модернизации.

Рассматривается вопрос разработки автоматизированной системы проливной установки для поверки расходомеров, используемых для коммерческого учета воды.

## **Требования к системе управления**

Разрабатываемая система управления должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Возможность поверки расходомеров с импульсным выходом и через интерфейс RS-485.
2. Возможность работы в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах.  
В автоматическом режиме установка должна выходить на поверочный расход путем управления клапанами и насосами, затем по завершении поверки на первом поверочном расходе переходить на следующий. Останавливать установку при неудовлетворительном результате поверки на текущем расходе и при завершении поверки на всех расходах. Поверочные расходы, минимальный объем воды, проходящий через поверяемый прибор, выбираются автоматически из базы данных, оператор должен указать только модель прибора, серийный номер, диаметр и вес импульса, (для данных параметров также должен быть предусмотрен свободный ввод).  
В отличие от автоматического, в полуавтоматическом режиме расход задается оператором с АРМа, процесс поверки на каждом расходе запускает также оператор.  
В ручном режиме оператор задает расходы с помощью ручных приводов на запорно-регулирующей арматуре и запускает процесс поверки на каждом расходе.
3. Точность задания поверочных расходов не должна превышать  $\pm 10\%$ .
4. Наличие визуализации процесса поверки с графическим изображением технологической схемы, отображающей текущие показания расходов, давления, состояния запорно-регулирующей аппаратуры, насосов, показания счетчиков импульсов.
5. Возможность тестирования установки (проверка работоспособности средств управления: затворов (шаровых кранов) с электроприводом, частотного преобразователя, средств измерений, входящих в состав установки).
6. По результатам поверки формирование отчета-протокола с указанием параметров прибора, погрешности измерения на всех расходах и серийным номером средства измерения.

## Описание алгоритма работы установки

Наиболее простым методом является сличение показаний поверяемого расходомера с показаниями эталонных расходомеров, имеющих точность выше, чем точность поверяемого. [3]. На этом методе и основана работа установки УПП-50.

На рисунке 1 представлена технологическая схема проливной установки. Вода из накопительного бака подается насосами PU1-PU2 в ресивер для деаэрации и обеспечения стабильности расхода жидкости, затем проходит через один из эталонных расходомеров, два поверяемых расходомера, и возвращается в бак. Вода непрерывно циркулирует по описанному контуру.

Расходомеры FT1, FT2, в зависимости от диаметра, поверяются на разных расходах, для этого установка включает в себя 3 эталонных расходомера, 2 насоса и 3 крана с электроприводом, и 2 регулирующих клапана с электроприводом. Шаровыми кранами с электроприводом VL1-VL3 выбирается эталонный расходомер FIT1-FIT3, номинальный диапазон измерения которого ближе всего к текущему поверочному расходу, другие 2 отсекаются. Регулирующими клапанами VL4, VL5 задается нужный расход. Насосы имеют разную производительность, и выбираются в зависимости от нужного расхода. С помощью датчика давления PT1 и преобразователя частоты в системе поддерживается постоянное давление. Каждый расходомер поверяется на трех расходах. Для разных приборов установлены свои допуски по относительной погрешности измерений, как правило, они составляют не более 2% на среднем и большом расходе и не более 5% на малом. По итогам трех измерений формируется акт о поверке с заключением о пригодности к дальнейшей эксплуатации, либо, если на данный тип прибора у фирмы есть лицензия на проведение калибровки, калибруется и снова поверяется на 3х расходах (при необходимости повторяется).

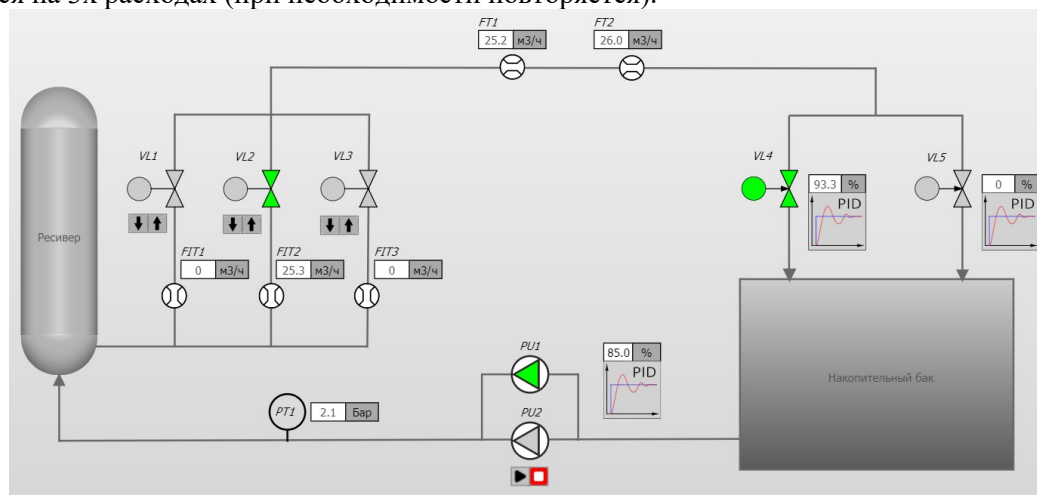


Рис. 1. Технологическая схема проливной поверочной установки УПП-50.

## Заключение

Результатом работы стала реализация автоматизированной системы управления поверочной установкой. Система успешно работает с учетом перечисленных выше требований, однако есть еще моменты, которые возможно улучшить, например, воздух после запуска установки стравливается вручную. Также, с учетом мировых тенденций, следует проанализировать возможность настройки установки на работу с динамическим изменением расхода во время поверки, т.к. в реальных условиях эксплуатации расход воды может резко изменяться.

## Список использованных источников

1. Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» - Ст. 8
2. Каргапольцев В. П., Требования к проливным установкам для расходомеров-счетчиков воды и технологических жидкостей, журнал «Нефтегазпромышленный инжиниринг», № 3 – 2004. – 1с/
3. 100 О.П. Реут, В.Л. Гуревич Поверка средств теплотехнических измерений часть 3 Поверка средств измерений расхода Учебно-методическое пособие для руководителей и специалистов метрологических служб предприятий и организаций, слушателей курсов повышения квалификации и студентов технических ВУЗов Минск, 2017 – 25с.



# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА БАЗЕ MATLAB ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ ГАНТА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

*А.В. Цавнин, ассистент ОАР*  
*М.П. Сапрыкина, студент гр. 8Т8Б*  
*Томский политехнический университет*  
E-mail: mps6@tpu.ru

## Введение

В современных производственных системах в вопросах оптимизации загрузки технологического оборудования и сокращения времени изготовления продукции ключевую роль играет система планирования. Эффективное планирование позволяет на предприятии экономить время и ресурсы на производство продукции, оперативно реагировать на изменение спроса рынка.

В качестве эффективного метода решения данных производственных проблем используются диаграмма Ганта, которая отлично будет экономить время и ресурсы для планирования производственных процессов. В данной работе представлена методика создания диаграммы Ганта для технологического процесса на базе математического пакета MATLAB.

## Расчет времени технологического процесса

В качестве примера рассмотрим создание диаграммы Ганта для технологического процесса, осуществляемого в экструдерах (M1, M2, M3, M4, M8, M9, M11, M12) и аппаратах (M5, M6, M7, M10) (рис. 1).

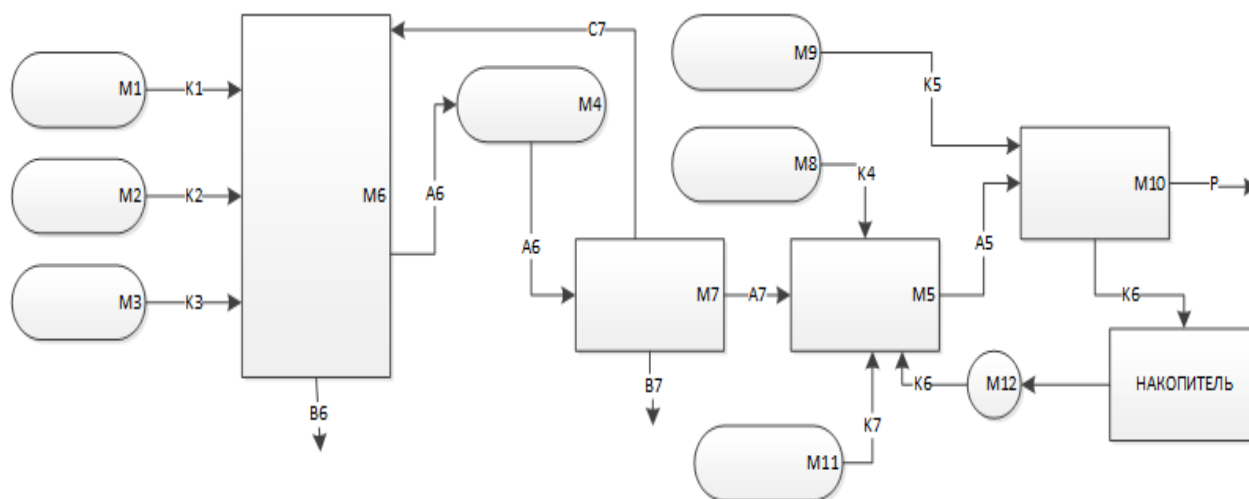


Рис. 1. Технологическая схема процесса.

Технологический процесс разделяется на несколько стадий, осуществляемых в различных экструдерах и аппаратах. На каждой стадии в аппараты из экструдеров поступают компоненты и далее из аппаратов выходят промежуточные продукты. На последней стадии из аппарата выходит конечный продукт P. Для построения диаграммы Ганта необходимо на основе входных данных технологического процесса рассчитать время для его каждой стадии и объем конечного продукта P.

Построение модели системы технологического процесса в среде MATLAB Simulink. Модель системы состоит из функционального блока «Chart» для расчета параметров технологического процесса с входными и выходными переменными (рис 2). Входными переменными являются: содержание компонентов, производительность экструдеров и время цикла аппаратов. В качестве выходных переменных выступают время каждой стадии технологического процесса и объем конечного продукта P в конечной стадии.

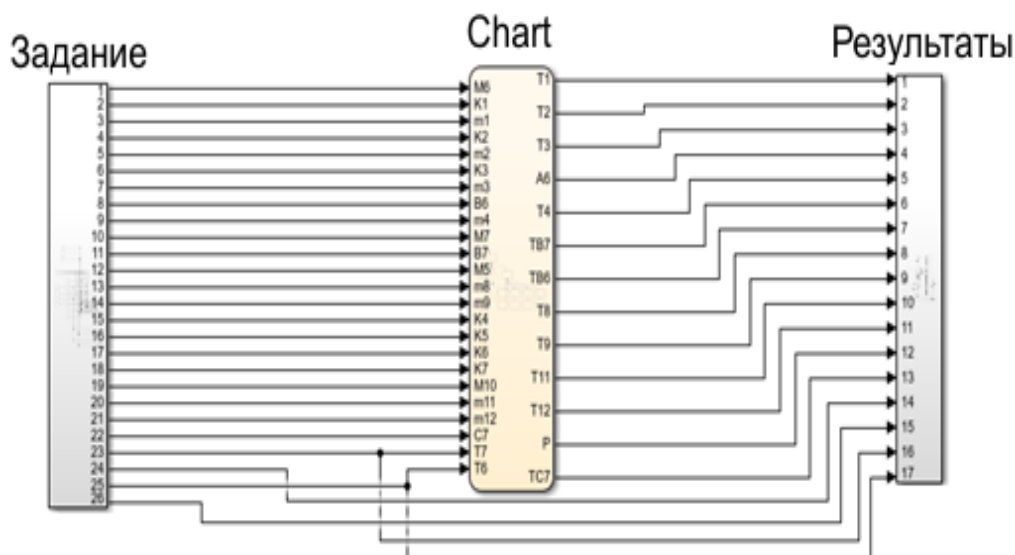


Рис. 2. Модель системы технологического процесса в MATLAB Simulink.

Передача в рабочую область MATLAB рассчитанных параметров времени и объема конечного продукта P для построения диаграммы Ганта реализована через функциональные блоки «To Workspace». Внутри функционального блока реализован алгоритм из конечного автомата по расчету заданной технологической схемы производства в математическом пакете MATLAB с помощью Simulink StateFlow [2]. Диаграмма Stateflow - графическое представление конечного автомата, где состояния и переходы формируют базовые конструктивные блоки системы. Конечный автомат - вариант управляемой событиями системы, когда система переходит из одного состояния (режима) в другое предписанное состояние в том случае, если условие, определяющее изменение, истинно. Алгоритм расчета технологического процесса показан на рисунке 3.

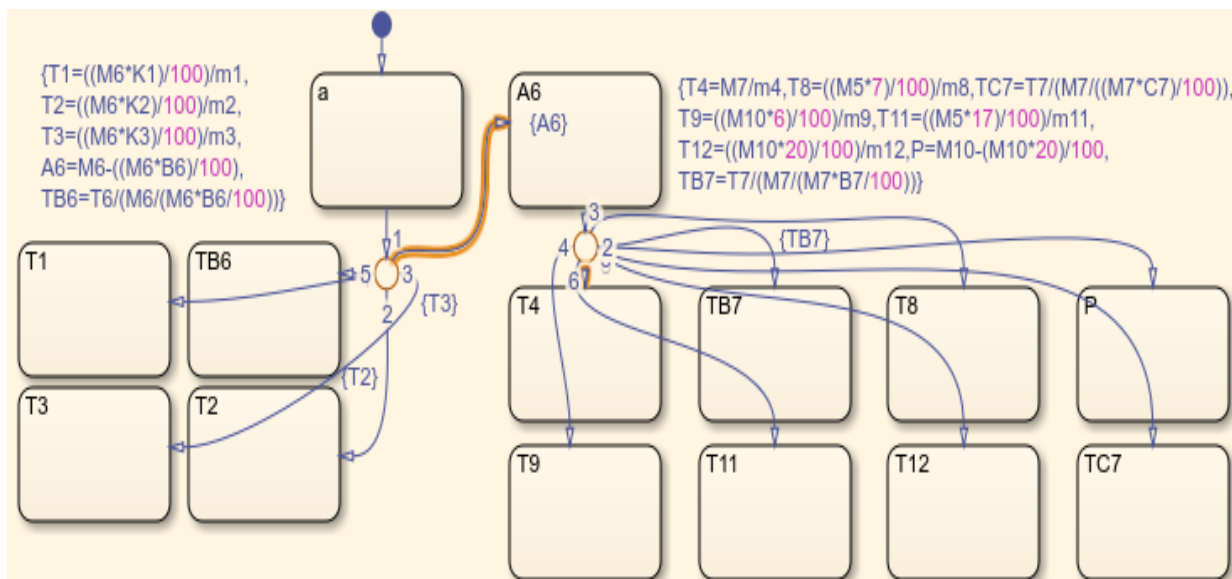


Рис. 3. Алгоритм технологического процесса в MATLAB StateFlow.

Разработка программы для построения диаграммы Ганта в среде MATLAB App Designer. При разработке приложения для построения диаграммы Ганта в MATLAB была использована интерактивная среда App Designer [3]. App Designer объединяет две основные задачи создания приложений — размещение визуальных компонентов графического пользовательского интерфейса и программирование поведения приложения.

Пользовательский интерфейс отправляет входные переменные в график при нажатии на кнопку, после этого на основе принятых данных технологического процесса строится диаграмма Ганта и выводится в однострочное поле объем конечного продукта P. На рисунке 4 представлен результат работы приложения для построения диаграммы Ганта.

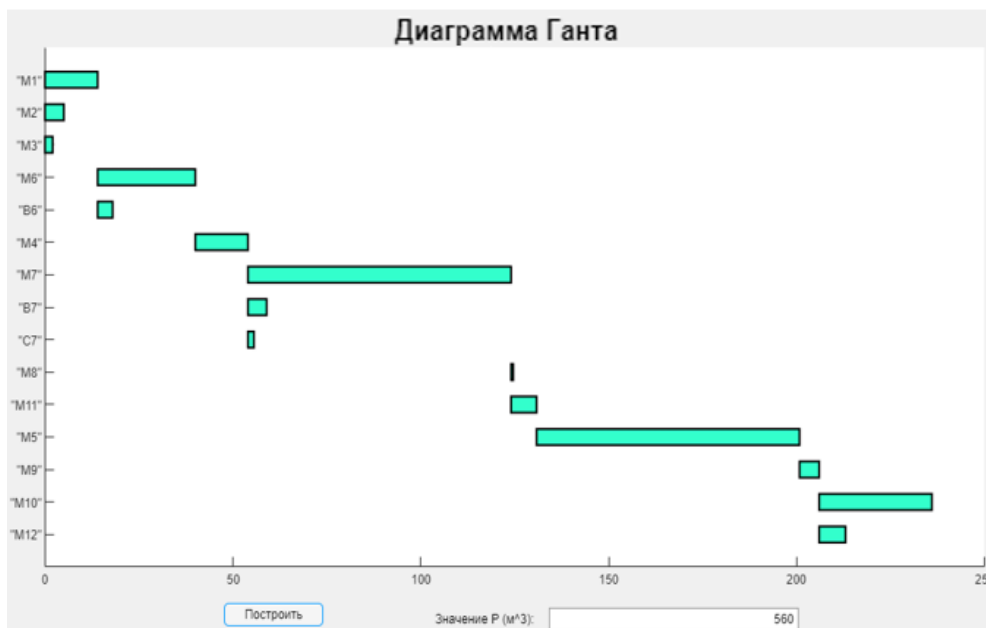


Рис. 4. Результат работы приложения для построения диаграммы Ганта.

### Заключение

Результатом проведенной работы является разработанное приложение для построения диаграммы Ганта технологического процесса в среде MATLAB с помощью инструментального пакета App Designer и Simulink. Данное приложение принимает входные значения расчета технологического процесса с автоматов в StateFlow Simulink и позволяет оптимизировать построение диаграммы Ганта для технологического процесса.

### Список использованных источников

1. Киямутдинова Д. Д. Диаграмма Ганта и ее актуальность // Меридиан. - 2020. - №4. - С. 96-98.
2. Stateflow [Электронный ресурс] / MATLAB – URL:<https://exponenta.ru/stateflow> (дата обращения: 02.01.2022).
3. App Designer [Электронный ресурс] / MATLAB – URL:<https://www.mathworks.com/products/matlab/app-designer.html> (дата обращения: 26.01.2022).

# ПОЛУЧЕНИЕ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ САУ ПОВЫШЕННОГО ПОРЯДКА ПО ПРЯМЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА

*А.А. Сидорова, соискатель,*

*А.Р. Пантюхин,*

*Т.С. Кенжебаева,*

*Научный руководитель: В.И. Гончаров, профессор, д.т.н.*

*Томский политехнический университет*

E-mail: sidorova@tpu.ru

## Введение

При синтезе регуляторов САУ необходимо иметь в той или иной форме информацию о желаемой, эталонной системе. Один из наиболее распространенных способов получения моделей эталонных САУ – получение их по прямым показателям качества, включая перерегулирование, время переходного процесса и т.д. Одним из удобных путей получения таких моделей базируется на вещественном интерполяционном методе (ВИМ) [1]. Этот численный метод успешно работает, позволяя получать эталонные модели второго-третьего порядка. В некоторых случаях, например, при создании астатических систем, возникает необходимость в использовании моделей более высокого порядка. Оказалось, что в подобных ситуациях возникают принципиальные трудности, вытекающие из некорректности задачи [2,3]. Задача настоящей работы состоит в распространении численного метода на получение эталонных моделей повышенного порядка. Поиск возможных способов преодоления трудностей привел к методу нелинейного программирования с имеющимся программным обеспечением в пакете Excel.

## Исследование

Предварительные исследования показали, что трудности в получении решений возникают при формировании эталонных моделей с числом неизвестных коэффициентов  $\eta \leq 4$ .

Для оценивания регуляризирующих возможностей нелинейного программирования и получения эталонной модели повышенного порядка выберем передаточную функцию с шестью неизвестными коэффициентами:  $\eta = m + n = 6$ . Выбор объясняется тем, что задач с меньшим числом неизвестных коэффициентов решения были получены по стандартным методикам ВИМ. Поэтому есть основания считать, что вариант  $\eta = 6$  является пограничным, когда найти приемлемое решение возможно, проблематично. Итак, примем:

$$W_{жс}(s) = \frac{b_2 s^2 + b_1 s + 1}{a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + 1} \quad (1)$$

На основании [4] выберем узлы интерполирования  $\{\delta_i\}_6 = \{0.767; 1.535; 2.303; 3.07; 3.835; 4.602\}$  и определим элементы численной характеристики  $\{W_{жс}(\delta_i)\}_6 = \{0.465; 0.275; 0.187; 0.141; 0.113; 0.094\}$  на основании особых точек желаемой переходной характеристики таблица 1.

Таблица 1. Особые точки на желаемой переходной характеристике

$i$	0	1	2	3	4
$t_i, c$	0	2.4	3, c	3.6	6
$h_i$	0	1.04	1.06	1.04	1.01

Составим СЛАУ в символьном виде: 
$$\frac{\delta_i^2 b_2 + \delta_i b_1 + b_0}{\delta_i^4 a_4 + \delta_i^3 a_3 + \delta_i^2 a_2 + \delta_i a_1 + 1} \approx W(\delta_i). \quad (2)$$

Упростим (2), далее подставив числовые значения запишем в виде:

$$\begin{cases} 0.589b_2 + 0.767b_1 - 0.161a_4 - 0.21a_3 - 0.274a_2 - 0.357a_1 = -0.535; \\ 2.356b_2 + 1.535b_1 - 1.527a_4 - 0.994a_3 - 0.648a_2 - 0.422a_1 = -0.725; \\ 5.302b_2 + 2.302b_1 - 5.264a_4 - 2.286a_3 - 0.993a_2 - 0.431a_1 = -0.813; \\ 9.425b_2 + 3.070b_1 - 12.518a_4 - 4.077a_3 - 1.328a_2 - 0.431a_1 = -0.859; \\ 14.727b_2 + 3.837b_1 - 24.461a_4 - 6.374a_3 - 1.66a_2 - 0.433a_1 = -0.887; \\ 21.207b_2 + 4.605b_1 - 42.272a_4 - 9.179a_3 - 1.993a_2 - 0.433a_1 = -0.906. \end{cases} \quad (3)$$

Решение для принятых узлов:  $b_2 = 0.96$ ,  $b_1 = -0.12$ ,  $a_4 = 0.0005$ ,  $a_3 = 2.2$ ,  $a_2 = -0.11$ ,  $a_1 = 1.61$ . Модель относится к классу неустойчивых и потому практического значения не имеет. Проверим предположение о плохой обусловленности матрицы СЛАУ, вычислив определитель матрицы и число обусловленности [5]. Получили:  $\det(A) = -3.98 \cdot 10^{-5}$  и  $cond_F(A) = 9.926 \cdot 10^4$ . Эти данные позволяют говорить о плохой обусловленности матрицы уравнения (3) и в то же время о возможности получения решения путем итерационного изменения узлов интерполирования. Воспользуемся этой возможностью, привлекая нелинейное программирование из Excel.

Введем минимизируемую функцию  $f(x) = e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + e_4^2 + e_5^2 + e_6^2$ , где  $e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6$  – значения невязок уравнений (2). Примем ограничения  $b_2 > 0, b_1 > 0, a_4 > 0, a_3 > 0, a_2 > 0, a_1 > 0$ . На рисунке 1 представлено окно в программе Excel, отражающее поиск оптимального решения уравнений (3).

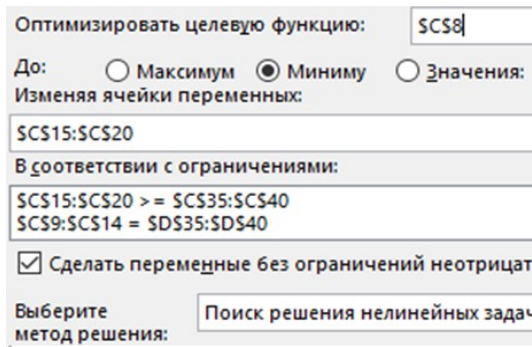


Рис. 1. Поиск оптимального решения.

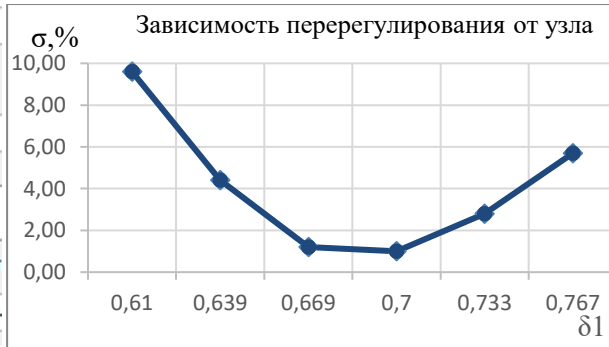


Рис. 2. Графики зависимости  $\sigma = f(\delta_1)$ .

Для более наглядного представления представим на рисунке 2 результаты в виде графика зависимости перерегулирования от узлов интерполирования  $\sigma = f(\delta_1)$ .

Видно, что желаемое перерегулирование  $\sigma = 5\%$  достигается при  $\delta_1 = 0.639$ , время установления составило 5.3 с, что соответствует ожидаемому. Отметим еще один важный результат – имеется значительный диапазон изменений переменной  $\delta_1$ , в пределах которого перерегулирование не только сохраняется в допустимых пределах, но и обеспечивает получение эталонной САУ.

### Заключение

Полученные результаты подтверждают высказанное выше предположение о том, что численный метод ВИМ получения эталонных моделей САУ позволяет находить решения при числе неизвестных коэффициентов модели до шести. При их увеличении до шести возникают вычислительные трудности из-за ухудшения обусловленности СЛАУ. Преодолеть их, по крайней мере при числе неизвестных коэффициентов, равным шести, позволяет метод нелинейного программирования в пакете Excel. Можно предположить, что такими же возможностями обладает метод оптимизации, реализованный в пакете Matlab.

### Список использованных источников

1. Goncharov V.I., Aleksandrov I.A., Rudnitsky V.A., Liepinsh A.V. Real Interpolation Method for Automatic Control Problem Solution. Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2014.

2. Пантюхин А.Р., Сидорова А.А., Гончаров В.И. Об ограниченных возможностях численного метода синтеза регуляторов систем автоматического управления с запаздыванием. Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых/ Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – С. 494 – 495.
3. A. Pantiukhin, A. Sidorova, T. Emelyanova and V. Goncharov. Investigation into capabilities of a numerical method in designing automatic control systems for objects with a long time delay // AIP Conference Proceedings 2402, 040011 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1063/5.0071307> (дата обращения: 02.02.2022).
4. Тхан В.З., Дементьев Ю.Н., Гончаров В.И. Повышение точности расчета систем автоматического управления с запаздыванием // Программные продукты и системы. 2018. Т. 31. № 3. С. 521–526. DOI: 10.15827/0236-235X.031.3.521-526.
5. Сидорова А.А., Гончаров В.И. Применение численного метода синтеза САУ объектом с запаздыванием. Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых/ Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – С. 487 – 488.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЩЕПЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА С ПОМОЩЬЮ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ

*С.В. Леонов, к.т.н., доц.,  
М. Сладков, студент гр. 8Т92  
Томский политехнический университет  
E-mail: Leonov@tpu.ru*

## Введение

Проблема загрязненного воздуха на данный момент в мире – одна из самых актуальных, особенно если учитывать факты учащения в последние годы количества всевозможных чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характеров. Также стоит учитывать постоянно растущее количество промышленных предприятий, которые в процессе своей работы загрязняют воздух. В такой ситуации очевидно, что возникает потребность в очистке воздуха. В естественной среде ионизация воздуха происходит сама по себе, очень хорошо она ощущается в хвойных лесах, горах и на море. Это связано с тем, что процесс ионизации инициируют разряды молний, космические и ультрафиолетовые излучения, высокая скорость дробления воды у подножия водопадов и т.д.

## Описание принципа очистки

Очистка холодной плазмой используется в бытовых ионизаторах воздуха. Главным условием для начала работы является наличие повышенной напряженности электрического поля относительно остального пути между электродами, которые и создают разность потенциалов. Воздух, который окружает нас является диэлектриком, при атмосферном давлении значение электрической напряженности равно примерно 30 кВ/см, при котором на кончике электрода начинает формироваться слабо видимое свечение. Это и есть коронный разряд. Процесс ионизации протекает около коронирующего электрода, второй электрод никакого свечения не имеет. Разложение молекул двуокиси углерода обладает небольшими энергозатратами, глядя на бытовые приборы. Официальной рекомендацией ООН по утилизации двуокиси углерода является отбор, сжижение и захоронение в геологических пустотах, однако такой метод является крайне затратным и фактически, углекислый газ никуда не девается, а при разложении одной молекулы углекислого газа происходит его разделение на молекулу углерода и кислорода.

## Моделирование расщепления углекислого газа

Для проведения дальнейших исследований в области очистки углекислого газа, была построена двумерная модель в COMSOL Multiphysics. Геометрия модели представлена на рисунке 1.

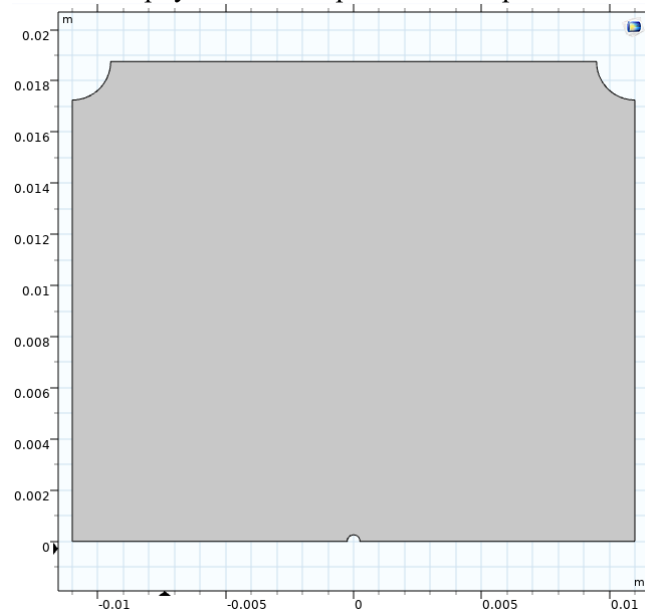


Рис. 1. Геометрия модели.

На рисунке 1 представлена геометрия модели в конфигурации острие-полукруг. Снизу расположено острие иглы с маленьким радиусом скругления, по краям сверху – полукруги, такая конфигурация выбрана исходя из того, что таких секций можно расположить несколько, тем самым нарастив количественные возможности очистки. В модели использована Максвелла модель распространения энергии электронов и усредненная модель диффузии, напряжение, прикладываемое к электроду – 50кВ. Расщепление происходит при нормальных условиях. На рисунках ниже представлены графики плотности электронов и положительно молекул кислорода.

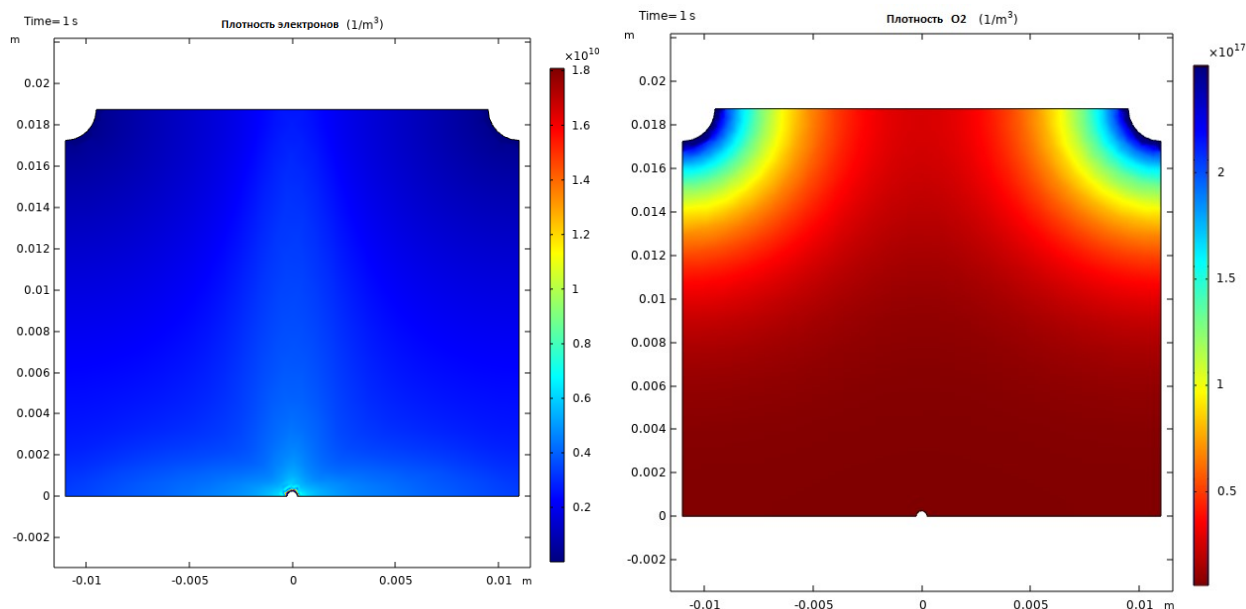


Рис. 2. Графики плотности электронов и плотности O2.

На рисунке 2 слева представлен график плотности электронов спустя 1 секунду моделирования процесса расщепления CO2, как видно, наибольшая концентрация электронов у положительно заряженного острия иглы, справа представлен график плотности молекул кислорода спустя 1 секунду. Как можно видеть, у отрицательно заряженных электродов находится больше всего молекул O2, это вызвано тем, что положительно заряженные ионы притягиваются к ним, а на пути сталкиваются с электронами, в результате образуя молекулы кислорода.

### Заключение

Исходя из современных тенденций по всевозможной очистке воздуха, метод очистки воздуха плазмой является перспективным. Потому для дальнейших исследований была разработана модель расщепления углекислого газа с помощью холодной плазмы.

### Список использованных источников

1. Введение в COMSOL Multiphysics [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://cdn.comsol.com/doc/5.4/IntroductionToCOMSOLMultiphysics.ru\\_RU.pdf](https://cdn.comsol.com/doc/5.4/IntroductionToCOMSOLMultiphysics.ru_RU.pdf)
2. Мних, Алексей Алексеевич. Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение / Проф. А. А. Минх, чл.-кор. АМН СССР. - Москва: Медгиз, 1958. - 187 с.
3. Самусенко А.В., Стишков Ю.К. Электрофизические процессы в газах при воздействии сильных электрических полей: Учебно-методическое пособие. — СПб: СПГУ, 2011. — 566 с.
4. Сурненко, Е. А. Устройство для ионизации воздуха / Е. А. Сурненко, В. В. Гребенников; науч. рук. В. В. Гребенников // Электронные приборы, системы и технологии : сборник научных трудов I Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 14-18 ноября 2011 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); под ред. О. А. Кожемяк; Е. Ю. Киселевой. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — [С. 153-155].



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПЛАНАРНЫХ КАТУШЕК

*И.А. Тутов, ст. преп.,  
Р.У. Уалданов, студент группы 8Т8Б  
Томский Политехнический Университет  
E-mail: ruul@tpu.ru*

### **Введение**

Планарные катушки используются в самых различных устройствах — от датчиков артериального давления до платежных карт. Они располагаются на печатных платах и хорошо подходят для создания взаимных индуктивных связей, особенно при ограниченном пространстве. При проектировании таких катушек важно точно рассчитать как индуктивность, так и активное сопротивление, так как эти факторы играют ключевую роль в производительности устройства.

В контексте разработки и проектирования планарных катушек наиболее важные характеристики — это индуктивность и сопротивление. Последнее определенно должно быть очень низким (в идеальном случае нулевым), так как любое сопротивление уменьшает эффективность катушки. Индуктивность, напротив, для эффективной связи с другими системами должна быть высокой.

### **Постановка задачи**

Задачей проекта являлось рассчитать индуктивность катушки для определённых размеров, затем смоделировать катушку в программе, определить значение резонансной частоты, в конце спроектировать в САД программе катушку и разработать макет устройства.

### **Описание работы**

Для реализации антенны, разработали электрическую схему работы, по электрической принципиальной схеме выполняется проверка правильности электрических соединений перед разработкой и наладке электрооборудования.

Заданный частотный диапазон был ограничен от 0-5МГц, из-за доступного технического оборудования. Для реализации антенны был выбран частотный диапазон в значении 350-360 кГц.

Антенна 360 кГц может быть сконструирована различной формы, в зависимости от требований приложения.

Как только эквивалентная индуктивность антенны рассчитана, создается прототип в САД программе для подтверждения эффекта и получения электромагнитного показателей антенны. Для этого мы разрабатываем антенну в COMSOL 3D.

Следующим этапом идет реализация макета антенны на текстолите. В бесплатном программном обеспечении Splan реализуем схематически изображения катушки на текстолите. При помощи ЛУТ (лазерно-утюжной технологии) переносим наш рисунок на обработанный текстолит. Печатная катушка индуктивности имеет повышенную добротность за счет уменьшения междувитковой емкости, получаемой, с одной стороны, вследствие малой толщины фольги, с другой, шага “намотки” катушки. Печатная катушка индуктивности уязвима со сторон, перпендикулярных к ее плоскости.

Чтобы уменьшить влияние посторонних деталей, их нужно располагать на значительном расстоянии от плоскости печатной катушки, а для экранов применять механически стабильные листовые материалы достаточной толщины, иначе, изменяя паразитную емкость в резонансном контуре, в который входит печатная катушка, в такт с вибрацией, экраны будут изменять АЧХ контура, и сигналы, например, передатчика могут быть промоделированы по амплитуде и фазе.

Подключаем нашу антенну к генератору и осциллографу для подтверждения эффекта и снятие показания. Подключение происходит по следующей схеме.

### **Ход эксперимента:**

- Поместил вторую катушку перед антенной, подключенной к генератору сигнала;
- При наличии магнитного поля ток поступает во вторую катушку. Этот ток генерирует магнитное поле, улавливаемое антенной, подключенной к осциллографу. На резонансной

- частоте ток, протекающий в антенну максимален, как и магнитное поле, создаваемое второй антенной, и амплитуда напряжения, отображаемая осциллографом;
- Поместил катушку прототипа в датчик контура передачи (так, чтобы датчик контура приема находился примерно в 0,5 см от катушки прототипа);
  - Генерировать сигнал (синусоидальная волна 365 КГц) при напряжении 5 В;
  - Изменил частоту передачи, чтобы получить максимально возможный уровень сигнала на стороне приема;
  - Использовал осциллограф для определения уровня сигнала и резонансной частоты.

### **Заключение**

В ходе выполнения работы были получены навыки проектирование электрических схем. И конструирование печатных катушек на текстолите. В результате проделанной работы, были созданы медные катушки с использованием новой технологией, были получены аналитически и с помощью моделирования, резонанс и индуктивность антенны.

В итоге разработан макет устройства и смогли сравнить полученные значения аналитическим методом и практически. При резонансе антенн было выявлено, что при смещении антенн на небольшое расстояние от друг друга по оси  $Z$  мы видим сдвиг по фазе тока. Напряжение в катушки уменьшается, но сохраняет ту же фазу. Не видим резких изменений при перемещении антенн в плоскости  $x$ - $y$ , но взаимодействие уменьшается по оси  $z$ .

### **Список использованных источников**

1. K. Finkenzeller, RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, USA, 2003.
2. M. Bolic, D. Simplot-Ryl, and I. Stojmenovic, RFID Systems Research Trends and Challenges, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, USA, 2010.
3. M. A. Kenari, M. N. Moghadasi, R. A. Sadeghzadeh, B. S. Virdee, and E. Limiti, "Dual-band RFID tag antenna based on the hilbert-curve fractal for HF and UHF applications," IET Circuits, Devices and Systems, vol. 10, no. 2, pp. 140–146, 2016. View at: Google Scholar

# ПРОБЛЕМАТИКА ПЕРЕНОСА АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ С ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА РЕАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ

*К.Ю. Усенко, студент гр. 8ЕМ02*  
*А.Ю. Зарницын, ст. преподаватель ОЭИ*  
*Томский политехнический университет*  
Email: kyu2@tpu.ru

## Введение

На сегодняшний день алгоритмы обучения с подкреплением широко исследуются в применении к различным робототехническим задачам и задачам управления. Исследуются данные алгоритмы в большинстве случаев на симуляциях. Применение и обучение алгоритмов на реальных объектах имеет ряд ограничений таких как: несоответствие симуляции реальным объектам и окружающей среде, зависимость от полученных выборок данных, длительность обучения, проблема формирования функции награды. А также применение алгоритмов обучения с подкреплением вызывает беспокойство с точки зрения целостности реальных объектов.

Целью данной работы является описание проблематики переноса, предварительно обученных на симуляции алгоритмов обучения с подкреплением для решения задач управления на реальные объекты.

## Обзор тематики

Алгоритмы обучения с подкреплением получили широкое распространение для выработки функции политики решения комплексных задач управления, начиная от прямого управления исполнительными механизмами, заканчивая высокоуровневым планированием и принятием решений [1-3]. Однако применение данных алгоритмов на реальных объектах вызывает множество сложностей [4]. Большая часть которых связаны с получением и обработкой данных, обучением алгоритма, несоответствие симуляций реальным объектам, перенос обученных алгоритмов на реальные объекты. Также существует беспокойство, связанное с безопасностью применения данных алгоритмов на реальных объектах. Применение может вызвать ускоренный износ деталей, а также выход из строя оборудования [5]. В данном тезисе внимание будет сосредоточено на рассмотрении проблематики переноса обученных алгоритмов на реальные объекты.

## Постановка задачи

Пусть алгоритм обучения с подкреплением предварительно обучен и имеет функцию политики (управления)  $\pi(\mathbf{s})$ , зависимой от состояния среды  $\mathbf{s}$  для решения задачи автоматического управления на симуляции или математической модели реального объекта. Результат достиг заданных значений выбранного функционала качества  $I$  для управляемой, динамической, нестационарной системы. Где  $I$ :

$$I = \int f(\mathbf{s}, t) dt \rightarrow \min$$

Тогда алгоритм, после переноса политики  $\pi(\mathbf{s})$ , на реальный объект должен удовлетворять заданному функционалу качества системы.

$$I \approx I_m,$$

где  $I$  - достигнутый функционал качества системы;

$I_m$  - достигнутый функционал качества модели.

## Проблематика

Проблематика переноса может заключаться в трех основных аспектах: ресурсные ограничения, модельные ограничения, алгоритмические ограничения.

Ресурсные ограничения в первую очередь связаны с техническими сложностями применения нейросетевых алгоритмов на производстве с обучением в реальном времени (требование к вычислительным мощностям и достаточности памяти для хранения весов алгоритма и истории обучения и т.д.). Однако в большей степени результаты работы алгоритмов зависят от модели и ограничений связанных с моделированием и валидацией реальных объектов [6].

В первую очередь результат работы алгоритма зависит от степени приближенности модели к реальному объекту. При зависимости алгоритма от данных, полученных в процессе работы, такие случаи часто сопровождаются расхождением алгоритма при переносе вплоть до полной неспособности выполнять поставленную задачу. Наличие параметрических и структурных неопределенностей может, с одной стороны ухудшить прямые показатели качества переходного процесса, но с другой стороны в некоторых работах неопределенности вводятся искусственно для повышения робастности алгоритма управления.

При наличии таких неопределенностей в реальной системе, они обязательно должны быть отражены в модели, что накладывает дополнительные требования к моделированию системы. Однако, невозможно учесть все неопределенности и параметры реального объекта. Соответственно, необходимо выработать критерий приближенности модели к реальному объекту и определить условия при котором модель можно описать как адекватную и допустимую для предварительного обучения алгоритма.

Алгоритмы также имеют ряд ограничений, связанных с формированием политик, сбором и анализом выборки для обучения алгоритмов. Функция политики алгоритма управления должна быть робастна и/или адаптивна для быстрой подстройки под реальный объект и учета всех параметров, которые не были внесены в модель. С обеспечением данных свойств есть трудности в виду длительности и сложности обучения и адаптации нейронных сетей к задачам в процессе управления, а также их зависимость от размерности и репрезентативности выборки полученных состояний объекта.

Функция политики, как при предварительном обучении, так и при работе на реальном объекте может быть подвержена техническим ограничениям на выработку управляющих воздействий.

Функция награды, используемая при обучении алгоритма, должна быть напрямую связана с поставленным функционалом качества. Функция награды должна быть монотонна, непрерывна, не должна противоречить функционалу качества, а также не должна содержать большее количество критериев, чем заявленный функционал качества.

## **Заключение**

В заключении можно сказать, что в данной работе была обозначена проблематика переноса предварительно обученных на моделях для задач управления алгоритмов обучения с подкреплением на реальные объекты.

Были рассмотрены основные проблемы переноса на различных этапах построения системы управления: построение модели, формирование функции награды и функционала качества, требования к формированию функций политики и их свойствам. Исходя из обозначенной проблематики предлагается следующие направления работ по ее разрешению:

1. выработка критерия приближенности модели к реальному объекту, а также условий достаточности для применения и обучения алгоритма на модели;
2. рассмотрение влияния смоделированных и реальных неопределенностей на процесс обучения алгоритма и на результат его работы;
3. выработка единой системы требований к формированию функций наград и связи их с функционалом качества.

## **Список использованных источников**

1. Mnih, V., K. Kavukcuoglu, D. Silver, A.A. Rusu and J. Veness, 2015. Human-level control through deep reinforcement learning. Nature, 518. [Электронный ресурс] – URL: [web.stanford.edu/class/psych209/Readings/MnihEtAlHassibis15NatureControlDeepRL.pdf](http://web.stanford.edu/class/psych209/Readings/MnihEtAlHassibis15NatureControlDeepRL.pdf) (дата обращения: 27.02.2022).
2. Kai Arulkumaran, Marc Peter Deisenroth, Miles Brundage, and Anil Anthony Bharath. A brief survey of deep reinforcement learning. // arXiv.org. [Электронный ресурс] - URL: <https://arxiv.org/abs/1708.05866> (дата обращения: 27.02.2022).
3. Challenges of Real-World Reinforcement Learning // Arxiv.org [Электронный ресурс] - URL: <https://arxiv.org/pdf/1904.12901.pdf> (дата обращения: 22.12.2020).
4. Nguyen, T.T., N.D. Nguyen and S. Nahavandi, 2020. Deep Reinforcement Learning for Multiagent Systems: A Review of Challenges, Solutions, and Applications. Transactions on Cybernetics (issue PP(99)), IEEE [Электронный ресурс] - URL: [https://www.researchgate.net/publication/340068468\\_Deep\\_Reinforcement\\_Learning\\_for\\_Multiagent\\_Systems\\_A\\_Review\\_of\\_Challenges\\_Solutions\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/340068468_Deep_Reinforcement_Learning_for_Multiagent_Systems_A_Review_of_Challenges_Solutions_and_Applications) (дата обращения: 27.02.2022).

5. Cheng, R., G.M. Orosz, R. Murray and J.W. Burdick, 2019. End-to-End Safe Reinforcement Learning through Barrier Functions for Safety-Critical Continuous Control Tasks. Arxiv, 1903 [Электронный ресурс] - URL: <https://arxiv.org/pdf/1903.08792.pdf> (дата обращения: 27.02.2022).
6. Zhao, W., J.P. Queralta and T. Westerlund, 2021. Sim-to-Real Transfer in Deep Reinforcement Learning for Robotics: a Survey. Arxiv, 2009. [Электронный ресурс] - URL: [arxiv.org/pdf/2009.13303.pdf](https://arxiv.org/pdf/2009.13303.pdf) (дата обращения: 27.02.2022).

## RPA –НОВАЯ СТУПЕНЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА

*Е.С. Богданова, к.т.н., доцент*

*И.В. Коськин, студент гр. ИТМ–210.*

*Уральский Государственный Университет Путей Сообщений*

*E-mail: EBogdanova@usurt.ru*

### **Аннотация**

В статье будет рассмотрен один из вариантов автоматизации бизнес – процессов предприятия - автоматизация за счет внедрения RPA-робота, особенности, характеристики, область применения и анализ данного направления в автоматизации процессов.

### **Описание технологии**

В развитии технологии производства в настоящее время наблюдается стремительный рост автоматизации, при которой функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и информационным технологиям.

На сегодняшний день Robotic Process Automation (RPA) является новым направлением автоматизации бизнес-процессов, которое позволяет изменить работу с данными посредством исключения или частичного исключения человека из процесса обработки данных. В рамках данной технологии одно приложение взаимодействует с другим не через API (Application Programming Interface) или интеграционную шину, а через существующий пользовательский интерфейс. Таким образом, одна программа, копирует и использует действия человека для общения с другой программой. [2]. В этом уникальность использования RPA-робота.

RPA-робот имеет следующие преимущества над ручным трудом:

- использование существующего интерфейса приложение–пользователь;
- при автоматизации с помощью RPA остается неизменным не только ИТ ландшафт (совокупность элементов архитектуры приложений, бизнес–архитектуры, архитектуры информации, технической архитектуры и архитектуры развертывания предприятия), но и контроли, регламентные процедуры и отчетность;
- кратковременность (результаты автоматизации достигаются за первые 2-3 недели) и возможность при возникновении трудностей вернуться к старой технологии выполнения процесса;
- постепенность внедрения RPA, а следствием этого является значительное снижение затрат и повышение производительности при небольших инвестициях в технологию;
- снижение прямых затрат на обработку бизнес-процессов от 40 до 80%.

В отличие от человеческого труда использование RPA имеет ряд значительных преимуществ:

- роботы выполняют поставленные задачи 24 часа в сутки;
  - при модификации процесса роботу достаточно изменить правила работы;
  - роботы ведут log–файл своих действий, в который записываются все операции и возникшие ошибки при выполнении процесса, соответствующие законодательным и промышленным требованиям;
  - увеличивается производительность труда за счет отсутствия перерывов на личные потребности сотрудника, поэтому один робот может заменить нескольких человек;
  - уменьшаются расходы на рабочее место сотрудника и оплату налогов за сотрудника.
- Существует несколько способов размещения программного робота:
- размещение робота на рабочем месте сотрудника. RPA выступает в роли цифрового ассистента, выполняя некоторые однотипные задачи. Когда появляется задача для робота, пользователь запускает его, который в автоматическом режиме отработает задачу. В это время сотрудник не может выполнять на нем другие действия, так как во время выполнения задачи его рабочий компьютер занят.
  - размещение робота на отдельно выделенном сервере. При данной технологии роботы могут выполнять свои задачи непрерывно. Таким образом выполняется большое количество задач, что наиболее подходит для массового использования. [2]

Применение RPA нашло широкое применение в разных зонах ответственности предприятия, а именно: в бизнесе для работы с заказами потребителей, отправки подтверждающих писем; в управлении нормативно-справочной информацией для ведения различных справочников, проверки клиентов; в HR (задачи, связанные с работой с персоналом) для обработки заявок в HR службу, учета рабочего времени сотрудника и отправки предупреждающих писем, обработки сбора трудовых документов, информации с различных интернет-ресурсов. Для переноса информации между различными системами, автоматизации обработки актов, реализации сверки данных по РСБУ и МСФО, формирования и рассылки отчетов, отслеживания возникновения дебиторской задолженности и уведомления контрагентов в финансовой области, аналитических процедур по финансовой отчетности, проверки выполнения корректирующих мероприятий во внутреннем контроле и аудите также используется RPA.

В основном платформа RPA состоит из трёх компонентов, необходимых для создания и поддержки работоспособности программных роботов, а именно:

- студия создания программных роботов,
- компонент запуска программных роботов,
- компонент мониторинга и управления программными роботами.

Спрос на программных роботов стремительно растет, например: объем мирового рынка RPA в 2019 году достиг одного миллиарда долларов и по прогнозам аналитиков это не предел. На мировом рынке стоит отметить двух крупнейших производителей таких решений: Automation Anywhere и UiPath. RPA не обошла стороной и Россию. В нашей стране были созданы три компании, которые ведут деятельность по всей стране. Это платформы Robin, ElectroNeek и PIX [3], которые могут свободно конкурировать с зарубежными компаниями.

Решения ROBIN используются российскими коммерческими и государственными компаниями, среди которых РЖД, ТВЭЛ, Первая грузовая компания, ПИК, Росэнергоатом, Московская биржа, Сургутнефтегаз, Банк Россия и другие. Программные роботы выполняют множество задач, связанных с обработкой различной информации и ее маршрутизацией. [4]

ElectroNeek Robotics, которая разрабатывает программное обеспечение для автоматизации повторяющихся бизнес-задач в SaaS и настольных приложениях, делает RPA доступной для компаний среднего и малого бизнеса.

В области ввода или извлечения данных и обработки отсканированных документов ElectroNeek была признана ведущими специалистами отрасли на Captterra[5].

PIX RPA Platform – это платформа роботизированной автоматизации процессов, разработанная российской командой PIX Robotics и состоящая из трех программ [6].

## Заключение

Таким образом, автоматизация процессов с помощью PRA-роботов имеет перспективное будущее. Во-первых, робот полностью копирует действия человека, но при этом не допускает ошибок из-за невнимательности персонала; во-вторых, разработка и внедрение такого робота занимает меньше времени, в-третьих, прост в сопровождении. Однако еще не все процессы производства можно автоматизировать полностью, поэтому необходимо присутствие и анализ человека в таком процессе.

## Список использованной литературы

1. Автоматизация производства, ее цели и задачи [Электронный ресурс] – URL: [https://revolution.allbest.ru/economy/00787531\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/economy/00787531_0.html)(дата обращения 14.02.2022)
2. Простым языком о Robotic Process Automation, RPA (Часть 1) [Электронный ресурс] – URL : <https://dms-solutions.co/ru/blog-ru/about-rpa-in-simple-words-part1/>(дата обращения 14.02.2022)
3. RPA Robotic process automation Роботизированная автоматизация процессов[Электронный ресурс] URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:RPA\\_\(Robotic\\_proc\\_ess\\_automation,\\_Роботизированная\\_автоматизация\\_процессов\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:RPA_(Robotic_proc_ess_automation,_Роботизированная_автоматизация_процессов)) (дата обращения 14.02.2022)
4. Официальный сайт компании Robin [Электронный ресурс] – URL: <https://www.rpa-robin.ru/programmnye-roboty>(дата обращения 14.02.2022)
5. Официальный сайт компании Electroneek [Электронный ресурс] – URL: <https://electroneek.ru/products/electroneek-rpa/>(дата обращения 14.02.2022)
6. Официальный сайт компании PIX [Электронный ресурс] – URL: <https://pixrpa.ru/products/robot>(дата обращения 14.02.2022)

Научное издание

МОЛОДЕЖЬ  
И СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

Сборник трудов  
XIX Международной научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

Компьютерная верстка *А.М. Богдан, В.А. Коровкин*

Размещено на корпоративном портале ТПУ  
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета

---



**Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ