

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

СЕМЬДЕСЯТ ПЯТАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ГУАП
(18–22 апреля 2022 г.)

Часть 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сборник докладов



Санкт-Петербург
2022

УДК 001
ББК 72
С30

С30 Семьдесят пятая Международная студенческая научная конференция ГУАП
(18-22 апреля 2022 г.): сб. докл.: в 4 ч. Ч. 2: Технические науки. – СПб.: ГУАП, 2022. – 362 с.
ISBN 978-5-8088-1739-5 (Ч. 2)
ISBN 978-5-8088-1737-1

Представлены доклады Семьдесят пятой Международной студенческой научной конференции ГУАП, прошедшей в апреле 2022 г.

Научные работы студентов ГУАП посвящены актуальным проблемам авиационного и аэрокосмического приборостроения, проблемам развития новых информационных технологий, радиотехники, электроники и связи, современным проблемам экономики, философии и права.

Под общей редакцией
доктора технических наук,
профессора *В. Ф. Шишлакова*

Редакционная коллегия конференции

Председатель редакционной коллегии:

В. Ф. Шишлаков, доктор технических наук, профессор

Члены редакционной коллегии:

А. Р. Бестугин, доктор технических наук, профессор

А. В. Бобович, заместитель председателя совета УНИДС

А. С. Будагов, доктор экономических наук, доцент

Д. В. Ворновских, кандидат юридических наук, директор Ивангородского филиала ГУАП

К. В. Лосев, доктор экономических наук, профессор

Н. Н. Майоров, доктор технических наук, доцент

М. О. Самоловов, директор РИЦ

В. В. Скуратов, начальник Военного учебного центра при ГУАП

Т. Н. Татарникова, доктор технических наук, профессор

Е. А. Фролова, доктор технических наук, доцент

Н. А. Чернова, кандидат экономических наук

Ответственный секретарь редакционной коллегии *О. Ю. Багеева*

ISBN 978-5-8088-1739-5 (Ч. 2)
ISBN 978-5-8088-1737-1

© Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического
приборостроения, 2022

РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И СВЯЗЬ

Радиотехнические и оптоэлектронные комплексы

УДК 629.05

Е. А. Бершак

студентка кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

И. А. Вельмисов – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ САМОЛЕТОВ В ВОЗДУХЕ TCAS

Обеспечение безопасности полетов было и остается значимой проблемой развития авиационной отрасли. Авиационная индустрия за последние десятилетия накопила огромный научно-технический потенциал, в связи с чем возникает необходимость высококачественного профессионального обучения летного экипажа воздушного судна (ВС).

Человек – это важнейший элемент авиационной транспортной системы. От грамотных и своевременных действий экипажа летательного аппарата при возникновении нештатной ситуации зависит благополучный исход полета. Если экипаж не может прекратить развитие нештатной ситуации, провоцируется авиационное происшествие, влекущее за собой гибель людей и потерю дорогостоящего авиационного оборудования.

Авиационное происшествие – это событие, связанное с летной эксплуатацией воздушного судна, итогом которого может стать гибель или телесное повреждение какого-либо лица, находившегося на борту летательного аппарата, или утрата этого ВС [1]. Заметим, что основной причиной авиационных происшествий в 70% случаев является человеческий фактор, к которому относят некорректные действия лиц, принимающих участие в организации, руководстве и обеспечении полетов. К другим факторам авиационных происшествий относятся: недостатки технического обслуживания авиационной техники, отказы инженерного оборудования ВС, воздействие внешних непрогнозируемых факторов (турбулентность, сдвиг ветра). В связи с приведенными факторами в стрессовых условиях даже опытными пилотами летательного аппарата допускаются роковые ошибки.

Приведем статистику по состоянию безопасности полетов в Российской Федерации за последние несколько десятилетий (табл. 1, 2, рис. 1).

Таблица 1

Статистика авиационных происшествий за 1992-1996 гг.

Авиационные происшествия (в том числе катастрофы)					Катастрофы					Гибель людей				
1992	1993	1994	1995	1996	1992	1993	1994	1995	1996	1992	1993	1994	1995	1996
124	87	57	54	43	25	11	16	13	14	212	222	310	175	219

Таблица 2

Статистика авиационных происшествий за 2016-2020 гг.

Авиационные происшествия (в том числе катастрофы)					Катастрофы					Гибель людей				
2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
52	39	42	27	36	23	20	22	17	18	59	51	128	70	35

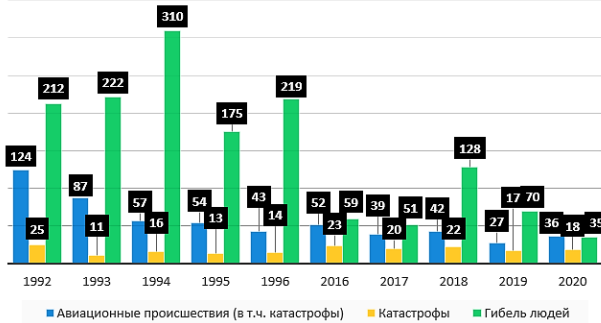


Рис. 1. Статистика авиационных происшествий за 1992–1996 гг. и 2016–2020 гг.

Анализ полученных данных показывает, что работу по внедрению технических систем, обеспечивающих безопасность полетов ВС следует вести активнее.

Исследования отчетов по авиационным происшествиям показали, что происшествия происходят на всех высотах и этапах полета. Большинство столкновений воздушных судов случаются при заходе на посадку при хороших метеорологических условиях и в дневное время.

На рис. 1 видно, что за последние годы риск катастроф увеличивается. Это связано с увеличением интенсивности перевозок и плотности воздушного движения. Возрастает нагрузка на членов экипажа ВС при совершении полета. Сложность и ответственность решаемых задач увеличивается так же, как и повышаются требования к уровню подготовки специалистов в авиационной сфере [2].

Предметом обсуждения будет являться бортовая радиоэлектронная система обеспечения безопасности полетов воздушных судов, вырабатывающая предупреждающие сигналы об опасном сближении ВС, а именно система TCAS (Traffic Collision Avoidance System). Система TCAS бесперебойно опрашивает транспондеры других самолетов, находящихся поблизости и оснащенных либо такой же системой, либо самолетным ответчиком управления воздушного движения. Данная система определяет следующие характеристики: пеленг, расстояние, высоту самолетов. TCAS наблюдает и защищает территорию вокруг самолета.

Первым делом летчики получают предупреждение о воздушном движении Traffic Advisory (TA). Если никаких действий конфликтным самолетом не предпринимается, за ТА следует рекомендация по разрешению проблемы Resolution Advisory (RA) – инструкция о том, какие действия следует предпринять во избежание столкновения с конфликтующим самолетом.

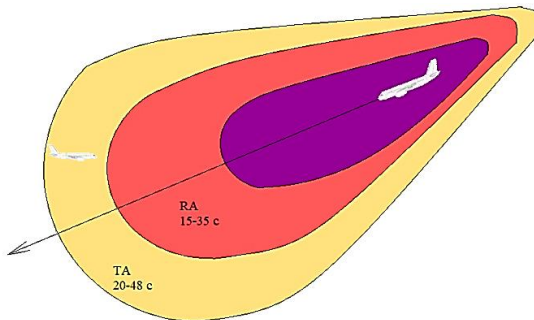


Рис. 2. Зоны предупреждений и рекомендаций

В настоящее время ВС стараются выполнять полеты на эшелонах близких к практическому потолку полета ВС. Это уменьшает расход топлива, а значит, с финансовой точки зрения происходит его экономия.

Практический потолок – это высота полета, на которой избыток тяги близок к нулю, а значит, и вертикальная скорость набора равна нулю [3]. Не исключено, что на эшелонах близких к практическому потолку может возникнуть конфликтная ситуация воздушных судов, при которой встречный самолет не может выполнить снижение в виду интенсивности в воздушном пространстве. В связи с этим рассматриваемый самолет для предотвращения столкновения должен уходить на практический потолок [4].

Рассмотрим определенную ситуацию, представленную на рис. 3.

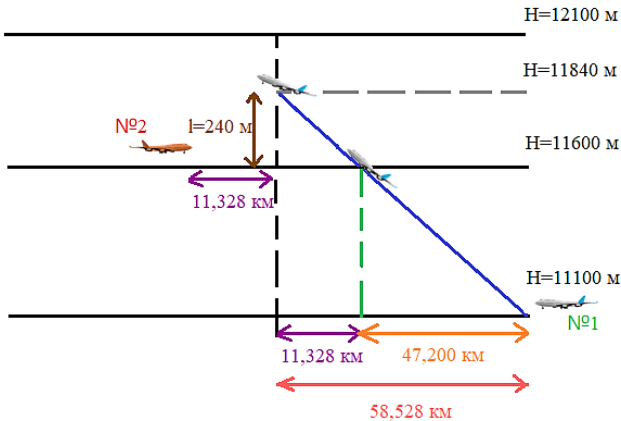


Рис. 3. Маршруты воздушных судов с использованием TCAS

Самолет ТУ-204-300, предназначен для перевозки пассажиров, багажа, почты и грузов на магистральных воздушных трассах малой, средней и большой дальности, на внутренних и международных линиях с аэродромов, имеющих искусственное покрытие. Так, встречные самолеты № 1 и № 2 ТУ-204-300 движутся с крейсерскими скоростями 850 км/ч. Суммарная скорость сближения составит 1700 км/ч – 1 км за 2 с. Максимальная вертикальная скорость подъема рассматриваемого самолета № 1 до практического потолка составляет 5 м/с. Практический потолок ВС = 12100 м. Зона ТА составляет 20–48 с. Вертикальный интервал прохода точки пересечения ВС при достижении практического потолка должен составлять не менее 500 м [5]. Рассматриваемый самолет данную высоту 500 м может набрать с вертикальной скоростью 5 м/с за 100 с при идеальных условиях без сдвига ветра. Однако стоит учитывать фактор задержки – получение информации от диспетчера, время принятия решения, вывод ручного управления двигателями на режим, необходимый для набора высоты.

Для более безопасного расхождения и благополучного исхода полета с конфликтным самолетом № 2 следует увеличить зону ТА до 100 с. При вхождении в зону ТА будет воспроизводиться звуковое оповещение Traffic. Через 7 с самолет будет в зоне RA и сработает звуковое оповещение Climb. Через 48 с вертикальный интервал между самолетами будет составлять всего 240 м, вместо 500 положенных. Не будет обеспечена безопасность полета.

Рекомендация

Увеличить рассматриваемую зону ТА до 100 для совершения более безопасных полетов. Чем больше конструкция приемной антенны, тем с большей площади она сможет собрать энергию для подачи на вход приемника, а чем больше энергии – тем сильнее принимаемый сигнал. Значит, дальность связи увеличивается.

Для наиболее раннего выявления угрозы столкновения воздушных судов необходимо спроектировать медную patch-антенну круглой формы. Неотъемлемыми преимуществами такого вида антенны является низкий уровень боковых лепестков, высокий коэффициент усиления 5,15–5,6 дБ с учетом определенных массогабаритных параметров, эффективная ширина луча, покрытие обзора в 360°, благодаря чему и происходит увеличение дальности зоны наблюдения.

Библиографический список

1. Постановление № 303. Об утверждении Правил расследования авиационных происшествий и инцидентов с экспериментальными воздушными судами в РФ / Правительство Российской Федерации. М., 2000. URL: <https://bazanra.ru/pravitelstvo-rf-postanovlenie-n303-ot04042000-h521662/> (дата обращения: 12.04.2022).
2. Doc. 9808 AN/765. Человеческий фактор в системе мер безопасности гражданской авиации. Изд. 1-е / ИКАО. Монреаль, 2002. 120 с.
3. Вислов И. П. Проектирование легких и сверхлегких летательных аппаратов: учеб. пособие. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2005. 114 с.
4. Анодина Т. Г. Автоматизация управления воздушным движением: учебник для вузов / Т. Г. Анодина, А. А. Кузнецов, Е. Д. Маркович. М.: Транспорт, 1992. 280 с.
5. Черный М. А. Самолетовождение: учеб. пособие / М. А. Черный, В. И. Кораблин. М.: Транспорт, 1973. 368 с.

УДК 681.772

К. Г. Галиев

студент кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

А. Ф. Крячко – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

ОБЗОР ОСОБЕННОСТЕЙ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ EYE-TRACKING В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Eye-tracking – это программно-аппаратный комплекс, позволяющий отслеживать, записывать и фиксировать движение взгляда человека.

Аппаратная часть комплекса состоит из следующих элементов:

- Излучатель подсветки – источник света для камеры, который может быть, как и естественным, так и инфракрасным, используемым непосредственно системой.
- Камера.
- Зеркало или более сложная комбинация отражателей и линз, задача которых направить камеру и подсветку непосредственно на глаз респондента.

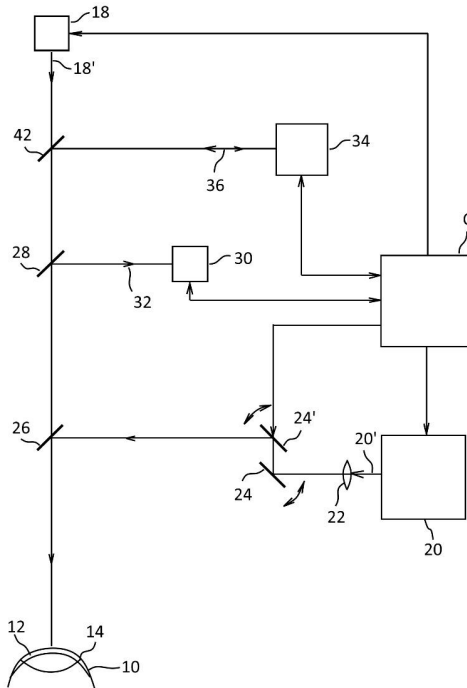


Рис. 1. Структурная схема устройства коррекции зрения из патента RU2481810C2: 10 – схематическое изображение глаза; 12 – роговица; 14 – кромка зрачка глаза; 18 – источник света; 20 – операционный лазер; 22 – направляющая линза; 24 – сканирующие зеркала; 26 – отклоняющее зеркало; 28 – отклоняющее зеркало; 30 – камера eye-tracker; 34 – интегрировано измерительное устройство для OLCR; 36 – измерительный пучок от 34; 42 – отклоняющее зеркало

Области применения:

- Медицина – система ассистирования врачу при проведении офтальмологических операций.
- Приборостроение – система отслеживания состояния пилота или водителя.
- IT – в качестве устройства ввода.
- Маркетинговые исследования.
- Компьютерные симуляции.
- Устройства для людей с ограниченными возможностями.

В медицине eye-tracker применяется во время операций по корректровке зрения. Система служит ассистентом врачу для наведения на корректируемую мышцу. Получая изображение с камеры, система, определив положение глаза и опираясь на его типовое строение, предварительно указывает хирургу на необходимый участок глазного яблока.

Исходя из описания, система должна быть настроена на взаимодействие с врачом, т. е. адаптивна. Также особенностью системы является использование в одном оптическом тракте нескольких систем. Синхронизацией eye-tracker с остальными подсистемами устройства коррекции зрения занимается внешнее устройство или управляющий компьютер.

Обобщая сказанное об особенностях построения eye-tracker в медицине:

- Глаз человека зафиксирован.
- Eye-tracker является составной частью большей системы.
- Трекер использует один визуальный канал со всей системой.
- Необходима синхронизация комплекса отслеживания взгляда с остальными компонентами системы.

Eye-tracking в приборостроение применяется для контроля состояния пилотов авиатехники и водителей автотранспорта. Отслеживая количество смен точек внимания в определенный промежуток времени, дополняя результаты информацией о количестве и продолжительности морганий, можно проанализировать, насколько человек за рулем или штурвалом устал.

В ходе движения пилоту необходимо двигать головой, чтобы реагировать на ситуацию вокруг, также во время движения могут возникать вибрации и дополнительные колебания, влияющие на систему отслеживания взгляда. Не стоит забывать, что система, чаще всего, устанавливается на серийные изделия и калибровка для каждого пользователя индивидуальна, а значит, необходим процесс автокалибровки. Для адаптации к условиям транспортных средств в системах eye-tracker задействуют нейросети и нередко выделяют под это отдельный процессор, способный быстро обрабатывать информацию и производить вычисления.

Особенности построения:

- Применение нейросетей для адаптации к движению головы и вибрациям.
- Автоматическая калибровка.
- Большое количество затрачиваемых процессорных ресурсов.

В сфере IT-технологий необходимо выделить несколько категорий применения Eye-tracking, так как в зависимости от них меняются конструктивные особенности.

Eye-tracker в маркетинге используется для проверки таргетной рекламы. Оценивается реакция пользователя на сочетание цветов, анимацию, расположение и другие параметры рекламы. В связи с тем, что испытание проводят на коммерческой основе, добровольцы согласны на некий дискомфорт, связанный с тем, что eye-tracker закрепляется на голове испытуемого. Это значительно упрощает процесс калибровки и отслеживания движения глаз, так как не надо заботиться о свободе движения головы.

Eye-tracker в автотренажерах применяется для отслеживания направления взгляда и движения головы, в дальнейшем изменяя ракурс обзора для водителя, чтобы создать более правдоподобные условия. Во многом в автотренажерах eye-tracker схож с системой eye-tracking в приборостроении, за исключением нескольких особенностей: нет необходимости в отслеживании морганий и, чаще всего, нет больших выделенных процессорных ресурсов.

Eye-tracker для людей с ограниченными возможностями является устройством ввода для компьютера с помощью глаз. Так, проведя первоначальную настройку и калибровку, человек может использовать компьютер, даже если раньше это не представлялось возможным. Это дает возможность

управлять устройствами (например, перемещение инвалидной коляски) общаться (ввод текста и озвучивание для собеседника) и проходить обучение (контроль внимания, сопоставление картинок и др.).

Из приведенного выше можно сделать следующие выводы об особенностях Eye-tracking в IT-индустрии:

- Необходимо адаптироваться к вычислительным ресурсам пользователя.
- Требуется возможность настройки под пользователя.
- Дальнейшие перспективы развития трекеров и сфер их применения:

На данном этапе eye-tracker показали достойные результаты в тех областях, где они уже были применены, и дальнейшее их развитие, предположительно, будет происходить за счет расширения количества областей применения: например, с их помощью, за счет комбинации нескольких устройств в разных зонах внимания, можно отслеживать состояние оператора в диспетчерской, где сейчас существующими средствами невозможно отследить все поле внимания.

Библиографический список

1. Пат. RU2481810C2 Российская федерация, МПК А61F9/01 А61В18/20. Устройство, способ и программа управления для проведения офтальмологической, в частности рефракционной, лазерной хирургической операции / П. Ридель, К. Доницки. № 2011102846/14; заявл. 30.06.2008; опубл. 20.05.2013. Бюл. № 14.
2. What is eye tracking? URL: <https://tech.tobii.com/technology/what-is-eye-tracking/> (дата обращения: 10.04.2022).
3. Shaping the future of healthcare technology. URL: <https://tech.tobii.com/markets/healthcare/#skills-transfer> (дата обращения: 10.04.2022).
4. Kurdoglo S. Что такое ай-трекинг (eye-tracking) и зачем он нужен? URL: <https://vc.ru/future/204188-cto-takoe-ay-treking-eye-tracking-i-zachem-on-nuzhen> (дата обращения: 10.04.2022).

УДК 681.7.066

В. Л. Иванов

студент кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

А. Ф. Крячко – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

ОБЗОР МЕТОДИК ПОСТРОЕНИЯ ПАСПОРТНОГО КОНТРОЛЯ

Предлагаемые на данный момент решения на рынке устройств пограничного контроля могут осуществлять верификацию подлинности предъявляемого документа лишь при участии в процессе квалифицированного сотрудника, а также с применением ручных манипуляций с документом (в первую очередь, удостоверением личности).

Непредсказуемость длительности процедуры с момента начала проверки документа и до вынесения вердикта об успешном или сомнительном результате, означающем необходимость проведения тщательной проверки, может приводить к таким последствиям, как задержка рейсов в аэропортах или появлению очередей на пунктах проведения паспортного контроля граждан.

В простейшем варианте пункт проверки состоит из двери или иного препятствия, которое открывается и освобождает проход только после того, как человек предъявил в контрольном пункте документ, удостоверяющий личность, или заграничный паспорт, и этот документ прошел проверку подлинности. Предоставляемый документ является защищенным от фальсификации изделием.

Защищенные изделия, как правило, имеют несколько слоев различных защитных элементов или признаков, выборка которых осуществляется из разных областей техники, их изготавливают различные поставщики и размещают в различных составляющих частях защищенного изделия. Для преодоления защиты изделия фальсификатор должен будет получить все предполагаемые материалы и доступ ко всем необходимым технологиям обработки, что почти невозможно осуществить на негосударственном уровне, поэтому современные технологии защиты достаточно надежны.

Защитные признаки можно разделить на две большие категории: видимые и скрытые. Первые не требуют специального оборудования для обнаружения, т. е. любой сотрудник аэропорта, имеющий соответствующую квалификацию, может рассмотреть изделие и установить подлинность изделия. Примером видимых защитных признаков являются:

- скрытое изображение с КИРР-эффектом (от нем. Кирреп – наклонять);
- изображение, выполненное при помощи лентичулярной технологии.

Скрытое изображение с КИРР-эффектом – это защитный элемент видимого типа, представляющий собой изображение, состоящее из тонких параллельных линий, расположенных перпендикулярно линиям фона. Выполняется с помощью металлографической печати. Его возможно увидеть только при косом освещении – под прямыми лучами эффект распознается с трудом или не распознается вовсе, а при освещении под определенным углом можно прочесть скрытый текст или орнамент. Это достигается с помощью специализированного расположения полосок на фоновом изображении. Ниже, на рис. 1 представлены схемы, описывающие технику проверки изделия сотрудником или специализированным автоматизированным аппаратом. Указаны различные углы освещения и точки расположения источников освещения, которые необходимы для выявления изображения с КИРР-эффектом.

Лентичулярная технология – способ печати и визуализации изображений при помощи линзового раstra, позволяющий при смене угла просмотра увидеть разные изображения. Лентичуляр – это лист прозрачного пластика с рельефной лицевой и гладкой обратной стороной, на рельефной стороне которого расположен массив параллельных друг другу линз, а на обратной – два (или более) изображения, расположенных чересполосно. Каждое из изображений делится на полосы параллельно расположению линз и наносится при помощи лазера таким образом, чтобы под каждой линзой находилось по одной полосе от каждого изображения. Размещается этот элемент среди текста или важных частей документа.

В отличие от видимых скрытые защитные признаки возможно проверить только с использованием таких технических средств, как источники инфракрасного, ультрафиолетового или лазерного излучения, фильтры или камеры, специальные световые столы для осуществления проверки документа на просвет.

К скрытым защитным элементам относятся:

- использование защитных волокон;
- УФ-люминесцентная краска;
- скрытое лазерное изображение CLR (от англ. Covert Laser Readable image – скрытое изображение, считываемое лазером) и др.

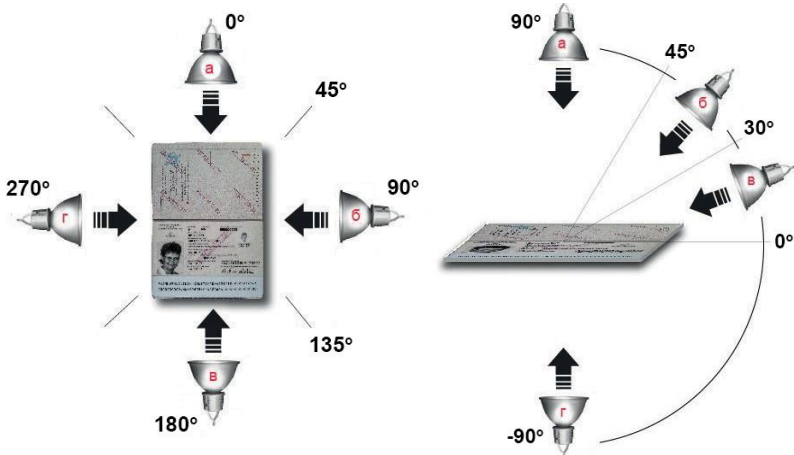


Рис. 1. Схема расположения источников освещения под различным углом относительно документа для выявления скрытого изображения с KIPP-эффектом

Защитные волокна – тканевые кусочки, пропитанные специальной УФ-люминесцентной краской и добавляемые в специальные листки бумаги при подготовке документа, которые при освещении ультрафиолетом флуоресцируют. Они не только светятся, но также имеют элементы «зона», разработанные Гознаком РФ, т. е. определенную последовательность цветных полос, наносимых на волокна, которая подтверждает подлинность волокон. Без использования излучения волокна либо не видны, либо не выявляют свои цветовые свойства.

УФ-люминесцентная краска, упомянутая выше при описании защитных волокон, кроме того, может наноситься на всю страницу документа (так, на странице документа может быть расположено цветное изображение, проявляющееся только под воздействием УФ-лучей), краска может быть рассчитана на проявление под УФ-излучением с разной длиной волн.

Скрытое лазерное изображение CLR представляет собой изображение в голограмме со специфическим микрорельефом, которое невозможно увидеть невооруженным глазом или под микроскопом. Изображение проявляется только под лазером – лазерный луч перпендикулярно направляется на элемент, который содержит микроскопические отражающие пластинки, и, отражаясь, формирует на экране прибора скрытый орнамент или текст.

Помимо элементов защиты, обнаруживаемых оптическими методами, в современных документах часто присутствует RFID (от англ. Radio Frequency Identification – радиочастотная идентификация) микросхема с антенной, встроенная в одну из страниц. Микросхема содержит закодированную биометрическую информацию о владельце документа: цифровую фотографию, имя, данные машиносчитываемой зоны (МСЗ), изображения отпечатков пальцев или радужной оболочки глаза и др. Данные считываются и проходят проверку на соответствие с данными в базе.

Вероятно, в будущем последняя технология получит большее распространение или заместит оптические защитные элементы защиты, так как ее использование позволит автоматизировать процесс проверки документов и ускорить процедуру проверки подлинности документов.

Библиографический список

1. Пат. 182557 Российская Федерация, МПК G06K 9/62, G06K 9/76, G07D 7/00. Автоматизированное рабочее место контроля паспортных документов / Н. А. Бочаров, Е. В. Лимонова, Д. П. Николаев, Н. Б. Парамонов, О. А. Славин, С. А. Усилин. № 2018113168; заявл. 11.04.2018; опубл. 22.08.2018.
2. Пат. 23791195 Российская Федерация, МПК В42D 15/10, В41М 3/14, С09К 11/07. Ценный документ, защищенный от подделки, способ его определения / А. В. Трачук, А. В. Чеглаков, А. Б. Курятников, А. Г. Писарев, А. В. Салунин, О. А. Логинов, Г. С. Баранова, О. Я. Манаширов; Федеральное государственное унитарное предприятие "Гознак" (ФГУП "Гознак"). № 2008146243/12; заявл. 25.11.2008; опубл. 20.01.2010.
3. Regula. URL: <https://regulaforensics.com/ru/knowledge-hub/glossary-documents/> (дата обращения: 25.05.2022).
4. Пат. 014380 Евразийское патентное ведомство, МПК G07D 7/20. Оптический защитный элемент, способ его изготовления и устройство верификации и самоверификации / А. Л. Карасев, А. В. Ванников, Л. Г. Карасева; ОАО «Научно-производственное объединение «Криптен»; № 201000285; заявл. 21.01.2010; опубл. 29.10.2010.
5. Пат. 2541433 Российская Федерация, МПК В42D 25/324. Защитное устройство с оптической индикацией несанкционированного вмешательства / Р. А. Стинблик, М. Дж. Хурт, Г. Р. Джордан., С. М. Капе; Визуал физикс ЛЛС. № 2012108183/12; заявл. 12.08.2010; опубл. 10.02.2015.
6. Пат. 235/380 США, МПК G06K 5/00 Passport Counterfeit Detection System (Система контроля за подделкой паспортов / Муцухару Такэсада, Такааки Хабара, Мина Имай; Hitachi Electronic Services Co. Ltd. № 10/279, 143; заявл. 23.10.2002; опубл. 24.07.2003.

УДК 681.7.066

Г. Р. Иванова

студентка кафедры радиотехнических и оптоэлектронных комплексов

А. Ф. Крячко – доктор технических наук, профессор – научный руководитель**ПРИМЕНЕНИЕ F-ТЕТА ОБЪЕКТИВОВ В СИСТЕМАХ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА**

Терагерцовый (ТГц) диапазон частот электромагнитного спектра лежит между областью миллиметровых длин волн и инфракрасным диапазоном. Такие преимущества ТГц излучения как отсутствие ионизирующего воздействия, большая информационная емкость, способность проникать через непрозрачные объекты, возможность высоконаправленного излучения и некоторые другие – обусловили быстрое развитие терагерцовой техники во всем мире.

ТГц системы сканирования и визуализации, использующие непрерывное излучение, применяются в промышленности для неразрушающего контроля приборов и элементов, для контроля качества продуктов питания и обнаружения в них вредных соединений, антибиотиков и микроорганизмов. При проектировании такого типа систем возникает проблема баланса между разрешением изображения и временем сбора данных, что заставляет искать методы улучшения данных характеристик. Использование линзы F-theta конфигурации является одним из способов решения данной проблемы.

F-theta линзы нашли широкое применение в системах, где имеется необходимость сканирования плоского поля с постоянной скоростью. При увеличении угла отклонения от оптической оси коллимированного пучка фокальная плоскость обычной линзы представляет собой искривленную поверхность. Поэтому использование сферических линз приводит к значительным искажениям изображения плоской цели. Для решения этой проблемы может быть использована альтернативная сканирующая оптика, например, линзы с плоским полем. Однако они могут являться причиной появления нелинейной картины смещения луча. F-theta линзы обеспечивают линейное смещение пучка как функции угла отклонения, что приводит к постоянной скорости сканирования на плоской поверхности [1].

Зависимость между координатой сфокусированного пятна в задней фокальной плоскости и углом отклонения входного луча от оптической оси приобретает вид:

$$y = \alpha \times f,$$

где f – фокусное расстояние объектива, α – угол падения излучения на объектив.

Скорость перемещения сканирующего пятна вдоль направления сканирования будет равна: для обычной линзы

$$v_1 = \frac{f}{\cos^2 \alpha} \times \frac{d\alpha}{dt},$$

для f-theta линзы

$$v_2 = f \times \frac{d\alpha}{dt}.$$

При постоянной угловой скорости поворота сканера, в обычном объективе скорость перемещения сканирующего пятна вдоль направления сканирования будет уменьшаться по мере увеличения угла, а в F-theta останется постоянной по всей площади сканирования [2]. При использовании телецентрической F-theta линзы обеспечивается постоянный размер пятна и высокое разрешение изображения, устраняя искажения на краях поля зрения.

Субтерагерцовые и терагерцовые волны обладают низкой энергией фотонов и, следовательно, более безопасны для человека, что делает их пригодными для использования при исследовании биологических материалов, а также при проверке качества продуктов питания. Экспериментальным путем было доказано, что терагерцовое излучение также позволяет обнаруживать и идентифицировать инородные тела низкой плотности (например, насекомых и пластик), внедренные в пищевой продукт [3].

Для систем контроля качества продуктов и обнаружения инородных объектов разрешения в несколько миллиметров обычно достаточно для проверки продуктов питания, поэтому F-theta линза, согласно дифракционному пределу, может быть спроектирована на длину волны в 1–1,5 мм, к тому же ослабление мощности поглощением воды на данных частотах меньше, чем на более высоких. Объектив для такой системы может быть представлен одиночной линзой из политетрафторэтилена (PTFE), с использованием асферической поверхности, чтобы одновременно избежать потерь на поглощение и минимизировать аберрации [4].

Системы неразрушающего контроля ТГц-диапазона могут быть использованы для обнаружения ошибок, возникающих в процессе ручного подключения электрических соединений при производстве техники. Соединение может быть проверено путем сравнения ТГц сигналов, отраженных от подключенных и неподключенных разъемов.

Разрешение изображения, которое должна обеспечивать F-theta линза для такой системы, не должно превышать 1–1,5 мм в силу маленьких размеров сканируемых образцов. В данном случае важнейшим параметром является скорость сканирования, а не стабильность скорости, поэтому при выборе материала для линзы предпочтение отдается полимерам с более высоким показателем преломления, что позволит получить лучшее разрешение [5].

В системах ТГц томографии широкополосный ТГц импульс пространственно разрешается на составляющие его частотные компоненты с помощью ТГц решетки и фокусируется на линию с помощью соответствующим образом сконструированной системы F-theta линз. В зависимости от частоты, общая система, включая решетки и F-theta линзы, обеспечивает динамический диапазон от 10 до 20 дБ, что достаточно для идентификации пространственных особенностей в образце. В связи с наличием нескольких линз (для качественной коррекции аберраций), излучение сильно затухает вследствие поглощения в материале, поэтому F-theta система может быть выполнена из полиэтилена высокой плотности (HDPE). Этот материал обеспечивает низкое поглощение на ТГц частотах [6].

В настоящее время терагерцовые линзы на основе полимеров изготавливались из чистых материалов, таких как политетрафторэтилен, и др., имеющих показатели преломления в диапазоне от 1,40 до 1,55. Использование материалов с более высоким показателем преломления даст возможность изготавливать более тонкие линзы с меньшей кривизной, меньшим фокусным расстоянием и, следовательно, улучшенными свойствами визуализации.

Например, субстратные линзы ($n \approx 2$), наполненные высокопреломляющим диоксидом титана, могут быть использованы в качестве замены дорогостоящих аналогов, изготовленных из кремния. Такие линзы изготавливаются методами компрессионного формования с высокой точностью [7].

Использование новых материалов позволило бы частично или полностью решить проблему баланса между разрешением и стабильностью скорости сканирования.

Библиографический список

1. Harris Z. B. et al. Design and characterization of telecentric f- θ scanning lenses for broadband terahertz frequency systems // AIP advances. 2020. Т. 10. № 12. С. 1–6.
2. Боднарчук А. И., Хацевич Т. Н. Дисторсия в f-theta объективах // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2021. Т. 8. С. 25–32.
3. Ok G., Choi S. W., Park K. H., Chun H. S. Foreign object detection by sub-terahertz quasi-Bessel beam imaging // Sensors. 2013. Т. 13. С. 71–85.
4. Ok G. et al. High-speed terahertz imaging toward food quality inspection // Applied optics. 2014. Т. 53. № 7. С. 1406–1412.
5. Lee E. S. et al. Semiconductor-based terahertz photonics for industrial applications // Journal of Lightwave Technology. 2017. Т. 36. № 2. С. 274–283.
6. Schumann S. et al. Spectrum to space computed THz-tomography // 2012 37th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves. IEEE. 2012. С. 1–2.
7. Kocic N. et al. Lenses for terahertz applications: Development of new materials and production processes // AIP Conference Proceedings. American Institute of Physics. 2014. Т. 1593. №. 1. С. 416–419.

УДК 621.396

Е. И. Гудков

студент кафедры радиотехнических систем

С. С. Поддубный – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель**ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ С ПОМОЩЬЮ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО
ИЗЛУЧАЕМОГО СИГНАЛА****Введение**

Измерение угловых координат целей является одной из важнейших задач, решаемых радиолокационными станциями. Способов ее решения два: использование одноканального метода, требующего сканирования диаграммы направленности (ДН) антенны, и многоканальный, который для получения оценки угловых координат, принципиально, может использовать только один принимаемый от цели сигнал. Однако оба способа используют для извлечения информации об угловой координате цели диаграмму направленности приемной антенны.

Для моноимпульсных методов крайне важным является идентичность характеристик каждой пары приемных каналов. Также конструкция измерителя достаточно сложная.

Однако, в связи с развитием теории и техники фазированных антенных решеток (ФАР), и особенно активных ФАР (АФАР), стало возможно генерировать (излучать) сигналы, у которых пространственные переменные (направление излучения) и временная переменная не разделены (не факторизуются). Такие измерители имеют свои особенности построения, отличающие их от этих двух вариантов построения измерителей, которые изучены еще недостаточно полно [1]. Поэтому в данной бакалаврской работе рассматривается построение измерителя угловых координат, использующего излучаемые сигналы с неразделяющимися пространственной и временной переменными.

Классификация излучаемых сигналов

Известно, что излученный антенной РЛС сигнал есть произведение временной функции $S(t)$, генерируемой передатчиком, и пространственной функции, а именно диаграммы направленности $F(\alpha, \beta)$:

$$S(t, \alpha, \beta) = S(t)F(\alpha, \beta). \quad (1)$$

Однако, при использовании ФАР равенство (1) может не соблюдаться, это означает, что внутриимпульсная фазовая модуляция излученного сигнала будет зависеть от направления излучения. Более наглядно это можно представить в виде выражения (2):

$$S(t, \alpha, \beta) \neq S(t)F(\alpha, \beta). \quad (2)$$

Одним из примеров является ЛЧМ-сигнал, излучаемый ФАР с частотным сканированием.

Такие сигналы называются П-В излученными сигналами [1]. Их особенность заключается в том, что комплексная функция внутриимпульсной модуляции излучаемого сигнала будет зависеть от направления излучения. Такие сигналы могут быть получены путем модуляции распределения поля в раскрыве передающей антенны в процессе излучения сигнала. Зависимость параметров функции комплексной модуляции излучаемого сигнала от направления излучения в пределах ширины ДН передающей антенны позволяет измерять угловые координаты целей, используя не направленные свойства ДН приемных антенн, а с помощью набора временных фильтров согласованных с рядом дискретных направлений в пределах ширины ДН передающей антенны. Таким образом, при использовании П-В излучаемых сигналов появляется дополнительная степень свободы в моноимпульсном измерении угловой координаты по сравнению с имеющимися другими методами, использующими направленные свойства приемных антенн. При приеме такого отраженного сигнала информация об угловой координате

те цели этого сигнала извлекается, не из формы ДН приемных антенн, как для сигналов, удовлетворяющих выражению (1), а из функции внутримпульсной модуляции, зависящей от направления на цель, с использованием временных согласованных фильтров.

Последнее обстоятельство определяет интерес к изучению подобных сигналов, методов их формирования и обработки при приеме.

В данной статье представляется метод формирования П-В излучаемого сигнала, основанного на модуляции положения фазового центра передающей АФАР в процессе излучения сложного ФМ-сигнала.

Метод формирования пространственно-временного сигнала

Формируется такой сигнал с помощью фазированной антенной решетки, которая излучает из двух фазовых центров A1 и A2, расположенных на расстоянии D друг от друга два сигнала, которые в сумме представляют собой последовательность Баркера. Более наглядно это представлено на рис. 1.

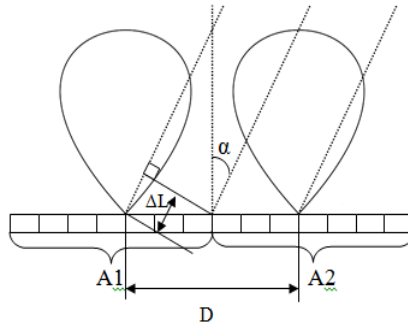


Рис. 1. Фазовый антенный датчик для формирования П-В излучаемого сигнала

Как видно, если цель расположена не на РСН, то части сигнала проходят до цели разное расстояние, причем разность расстояний, пройденных сигналами тем больше, чем больше значение измеряемой угловой координаты цели. Различие в расстояниях будет приводить к дополнительным фазовым набегам, определяемым выражением (3).

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi(\alpha) = \frac{\pi D}{\lambda} \sin(\alpha), \quad (3)$$

где D – расстояние между фазовыми центрами антенн A1 и A2, λ – длина волны излучаемого сигнала, α – измеряемая угловая координата.

Вид отраженного от цели сигнал, в зависимости от ее угловой координаты, представлен на рис. 2.

Таким образом, с учетом дополнительного приращения фазы сигнала, излучаемый сигнал можно записать в виде выражения (4).

$$S(t, \alpha) = \sqrt{p_s} \cdot F(\alpha) \cdot u(t) \cdot \sum_{i=0}^{N-1} a_i \cdot \text{rect}(t - i \cdot \tau_i) \cdot \sin(\omega_0 t + \theta_0 + KU_i \cdot \varphi(\alpha)), \quad (4)$$

где p_s – значение мощности последовательности Баркера, $F(\alpha)$ – диаграмма направленности приемной антенны, α – направление на цель, $u(t)$ – амплитудная огибающая принимаемого ФМ сигнала, rect – математическая запись прямоугольного импульса, i – номер элементарного импульса из которых состоит ФМ сигнал, τ_i – длительность элементарного импульса, из которых состоит последовательность Баркера, θ_0 – начальная фаза излучаемого ФМ сигнала, KU_i – значение углового кода, элементы которого могут принимать значения -1 или $+1$, что определяет какой подрешеткой будет излучаться эле-

ментарный импульс, из которых состоит ФМ сигнал; $\phi(\alpha)$ – начальная фаза, которая есть функция от направления на цель.

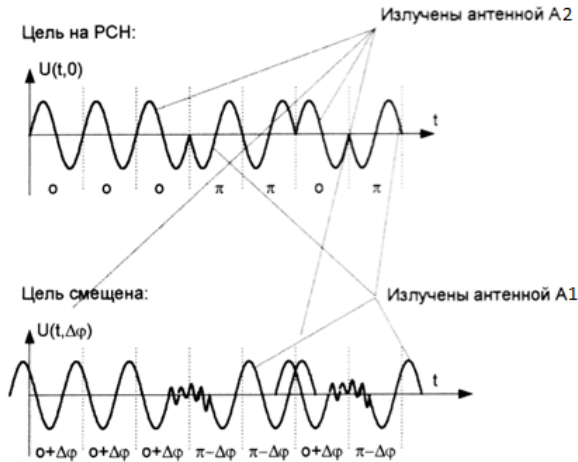
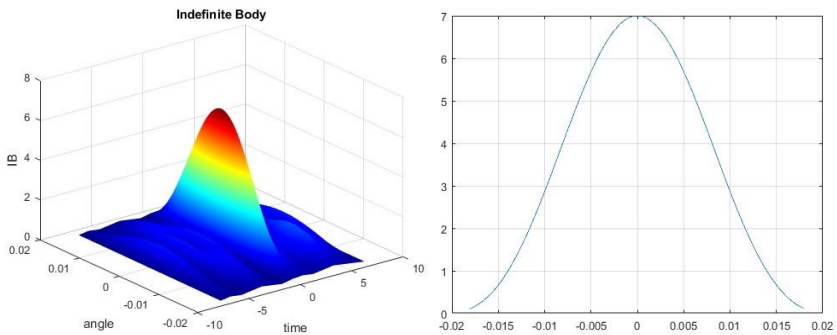


Рис. 2. Отраженные сигналы от цели

Данная зависимость фазовой структуры излучаемого сигнала в зависимости от углового положения цели и дает возможность построения измерителя угловых координат, основанного на фильтровой обработке принимаемых сигналов [2].

Расчет тел неопределенности П-В излучаемого сигнала

Рассмотрим, как меняется форма тела неопределенности в координатах время-угол для П-В излучаемого сигнала, у которого временной код 000птп0п, а угловой код – 111-1-11-1. Также посмотрим на форму сечения каждого тела неопределенности по оси углов. Доплеровскую добавку частоты считаем известной постоянной величиной равной нулю. Результаты представлены на рис. 3.



a)

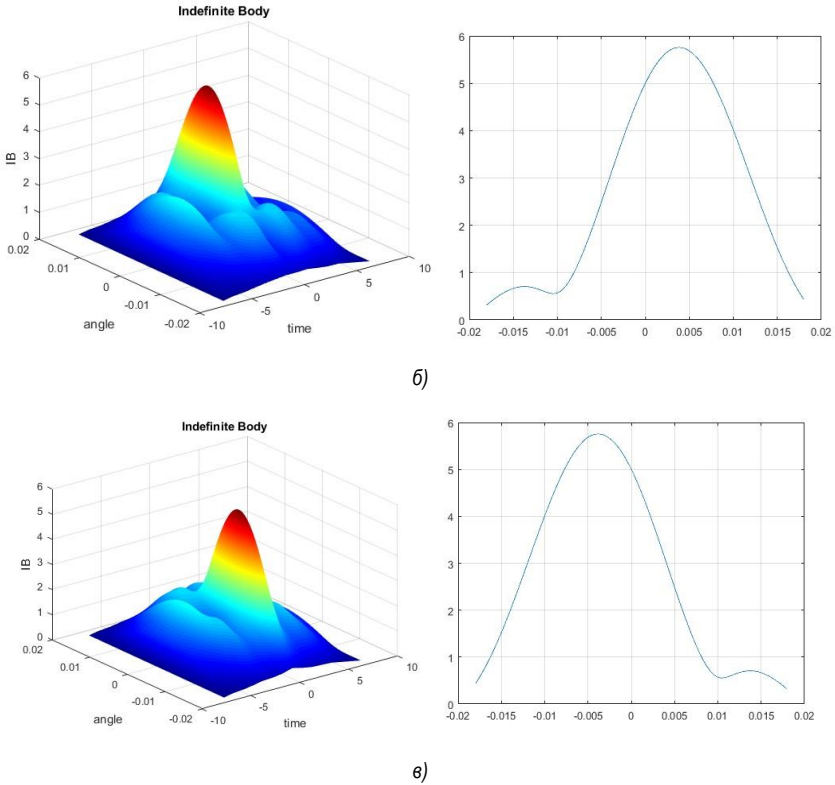


Рис. 3. Тела неопределенности и их сечения по углу α при $\tau_{\text{ав}} = 0$ у П-В излучаемого сигнала:
 а – при приеме сигнала с РСН; б – при приеме сигнала с направления $\alpha=0,01$;
 в – при приеме сигнала с направления $\alpha=-0,01$

Как видно, при изменении угловой координаты цели меняется форма пика тела неопределенности: происходит сужение центрально пика по оси α , а также значительно уменьшается уровень боковых лепестков. Это приводит к повышению точности измерения угловой координаты.

Таким образом, можно сделать вывод, что П-В излучаемые сигналы могут применяться при измерении угловых координат цели, в том числе и при моноимпульсном измерении.

Разработка схемы передатчика П-В излучаемого сигнала

В общем виде схему передатчика можно представить в виде нескольких блоков. Они представлены на рис. 4.

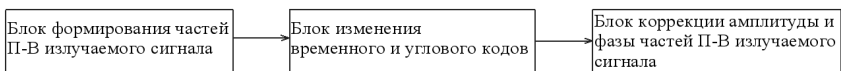


Рис. 4. Блок-схема передатчика

Блок формирования частей П-В излучаемого сигнала формирует два синусоидальных сигнала на промежуточной частоте с начальной фазой $\phi_0 = 0$ и с $\phi_0 = \pi$.

Блок изменения временного и углового кодов позволяет менять в процессе излучения временной и угловой коды, излучаемого П-В сигнала, что повышает помехоустойчивость РЛС к активным помехам.

Блок коррекции амплитуды и фазы частей П-В излучаемого сигнала предназначен для поддержания равенства амплитуд сигналов, подводимых к антеннам А1 и А2 и их противофазности.

Заключение. Проведенный анализ тел неопределенности П-В излучаемых сигналов позволяет сделать вывод о целесообразности их использования при решении задач моноимпульсного измерения угловых координат.

Библиографический список

1. Журавлев А. К., Лукошкин А. П., Поддубный С. С. Обработка сигнала в адаптивных антенных решетках. Л.: 1983. 240 с.
2. Орлов В. А., Поддубный С. С. Моноимпульсный измеритель двух угловых координат с пространственно-временным излучаемым сигналом // Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Т. 7. № 3. С. 13–19.

УДК 621.396

С. С. Дробышевская

студентка кафедры радиотехнических систем

С. С. Поддубный – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ С ПОЛНОСТЬЮ ИЗВЕСТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Одной из первых задач, реализуемых в РЛС, является задача обнаружения радиосигналов.

При решении этой задачи очень важно знание моделей полезных и помеховых сигналов. Как правило, в реальной обстановке радиолокационного обнаружения свойства моделей полезных сигналов рассматриваются сигналы с неизвестными параметрами, такими как амплитуда, начальная фаза, частота, направление и время прихода.

Помехи, сопутствующие приему полезных сигналов, могут быть весьма разнообразными. Поэтому, для каждой пары моделей полезных сигналов и помех требуется свой индивидуальный оптимальный алгоритм обработки принимаемых сигналов при решении задачи обнаружения. Причем, чем больше неизвестных параметров полезных сигналов и меньше информации о параметрах помехи, тем сложнее алгоритм работы обнаружителя.

Для понимания таких сложных алгоритмов работы обнаружителей требуется освоить более простые алгоритмы, соответствующие наиболее простым моделям полезных и помеховых сигналов. В качестве таких моделей обычно используют детерминированный сигнал, у которого все параметры (амплитуда, начальная фаза, время прихода, частота) точно известны, а не известно есть ли он в принятой реализации, или на выходе сигнала нет, а есть только помеха. Данные сигналы не встречаются в реальной жизни, но на их примере можно наглядно объяснить принцип работы двух представленных устройств и их отличия друг от друга, однако более подробно рассмотрим корреляционный обнаружитель. В качестве модели помехи рассматривают белый Гауссов шум.

Существуют два типа обнаружителей, применяемых в радиолокации. Обнаружители, построенные на согласованных фильтрах и корреляционные обнаружители. Рассмотрим подробнее корреляционный обнаружитель. В качестве входного сигнала используется детерминированный сигнал, а в качестве шума – белый Гауссов шум. Белый Гауссов шум – помеха с равномерным энергетическим спектром в полосе пропускания приемника с известной спектральной плотностью мощности. Такие модели сигнала и помехи на практике никогда не встречаются, а используются для обучения на начальном этапе освоения задачи обнаружения, так как алгоритм обработки входной реализации – напряжение на выходе приемника, наиболее простой.

Качество работы таких обнаружителей – их эффективность, являются максимально возможной по сравнению с эффективностью работы обнаружителей при других более сложных моделях полезных сигналов и помех. Анализ эффективности обнаружителя при таких простых моделях сигналов и помех дает значение потенциальных характеристик работы обнаружителя, т. е. такой, больше которой нельзя получить при любых других более сложных моделях сигналов и помех.

Поэтому изучение алгоритмов обнаружения обычно начинают с наиболее простой постановки задачи. Формулировка этой задачи для определения оптимального алгоритма обработки следующая.

Задача системы обнаружения сигнала – принять решение: присутствует ли в наблюдаемом на интервале времени $(0, T)$ сигнале $\zeta(t)$ полезный сигнал $S(t)$, замаскированный помехой $n(t)$, или $\zeta(t)$ содержит только помеху, т. е. система должна осуществлять проверку двух гипотез:

$$H_0: \zeta(t) = n(t); 0 \leq t \leq T,$$

$$H_1: \zeta(t) = S(t) + n(t); 0 \leq t \leq T. \quad (1)$$

Наиболее простым с точки зрения решения этой задачи является случай, когда все параметры полезного сигнала $S(t)$ точно известны. Достаточно часто на практике встречается ситуация, когда помеха $n(t)$, на фоне которой наблюдается полезный сигнал, представляет собой белый Гауссов шум со спектральной плотностью $N_0/2$. Модель белого шума удобно использовать для помех, спектральную

плотность которых можно считать постоянной на интервале частот, занимаемым спектром полезного сигнала, при этом упрощается решение задачи обнаружения сигнала.

Обычно в радиотехнических системах применяют узкополосные сигналы, ширина спектра которых мала по сравнению со значением центральной частоты спектра. Удобной математической моделью такого сигнала является:

$$S(t) = \sqrt{\mathcal{E}} \cdot a(t) \cdot \cos[\omega_0 t + \varphi(t) + \varphi_0], \quad (2)$$

где \mathcal{E} – энергия полезного сигнала, ω_0 – несущая частота, $a(t)$ и $\varphi(t)$ – законы амплитудной и фазовой модуляции сигнала, представляющие собой медленно меняющиеся по сравнению с $\cos(\omega_0 t)$ функции времени.

Функция $S_a(t) = a(t) \cdot \cos[\omega_0 t + \varphi(t) + \varphi_0]$ характеризует временные свойства сигнала и удовлетворяет условию:

$$\int_0^T S_a^2(t) dt = 1.$$

Синтез обнаружителя при такой постановке задачи методами статистической теории обнаружения сигналов приводит к алгоритму обработки сигналов, связанному с вычислением так называемого корреляционного интеграла Z и сравнении его с порогом h [1, 2]:

$$Z = \int_0^T \xi(t) S(t) dt \geq h \quad \text{или} \quad Z = \int_0^T \xi(t) S(t) dt \leq h. \quad (3)$$

При этом, если величина Z превышает величину заданного порога h , то принимается решение γ_1 в пользу гипотезы H_1 , т. е. о наличии сигнала $S(t)$ в наблюдаемом сигнале $\zeta(t)$. Если величина Z меньше h , то принимается решение γ_0 в пользу гипотезы H_0 , т. е. об отсутствии полезного сигнала в обработке сигналов, связанному с вычислением так называемого корреляционного интеграла Z и сравнении его с порогом h .

Величина порога h определяется выбранным критерием оптимальности обнаружения. Структурная схема оптимальной системы обработки, реализующая алгоритм корреляционного обнаружителя, изображена на рис. 1.

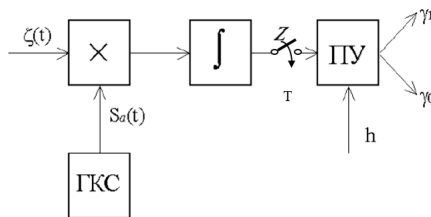


Рис. 1. Корреляционный обнаружитель

Для исследования работы корреляционного обнаружителя для данной модели сигнала и помехи была разработана программа в среде Matlab, которая позволяет провести наглядное исследование влияния параметров детерминированного сигнала на результат обработки как корреляционного обнаружителя, так и обнаружителя на согласованном фильтре. В интерфейсе, представленном на рис. 2, возможно изменение ряда параметров входного сигнала, таких как:

1. Мощность шума.
2. Начальная фаза сигнала.

3. Отношение сигнал/шум.

4. Длительность сигнала.

Изменить параметры сигнала можно с помощью панели управления, представленной на рис. 2, а.

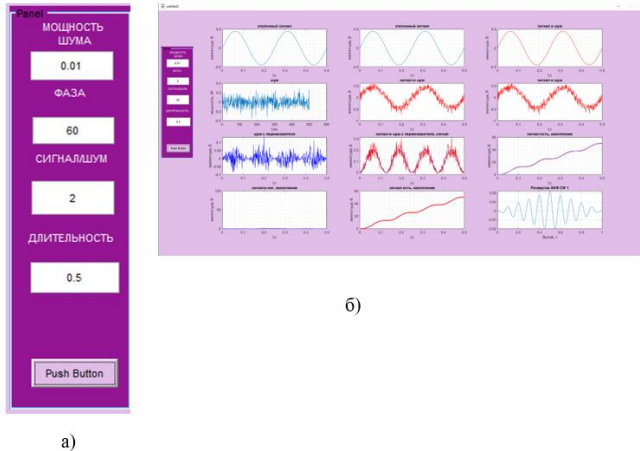


Рис. 2. Внешний вид интерфейса: а – панель управления, б – внешний вид интерфейса программы
общий вид панели управления и поля вывода результатов

Сначала рассмотрим влияние на результат обработки корреляционного обнаружителя таких параметров как: мощность шумовой составляющей (пропорциональной дисперсии шума) фаза полезного сигнала, отношение сигнал/шум и длительность сигнала.

Корреляционный обнаружитель для детерминированного сигнала представляет собой простую схему из четырех элементов: генератора опорного сигнала, умножителя, интегратора и порогового устройства, представленную на рис. 1. На умножитель в определенный момент времени подается эталонный сигнал с генератора, и если точно известно время прихода входного сигнала его начальная фаза, то при перемножении синусоидальный сигнал принимает форму как представлено на восьмом графике, отрицательные значения напряжений, перемножаясь, переходят в положительную область, из чего видно, что сигнал с выхода перемножителя приобретает вид синусоиды с удвоенной частотой, располагающейся над осью абсцисс. Далее сигнал поступает на интегратор, который по сути своей выполняет роль сумматора, складывая значения, поступившие в предыдущий момент времени со значениями, поступившими в текущее время. Как же влияет параметры входного сигнала на достаточную статистику, которая снимается с выхода интегратора. Начнем с мощности шума:

$$A = \sqrt{P_w \cdot q}, \quad (4)$$

где A – амплитуда полезного сигнала, P_w – мощность шума, q – отношение сигнал/шум.

Так как основным параметром сигнала является его энергия, то при корреляционной обработке амплитуда сигнала, вычисленная по (4) и зависящая как от мощности шума, так и от отношения сигнал/шум, влияет на результат прямым образом. После перемножения входного сигнала с эталонным на вход интегратора поступают отсчеты, мгновенная мощность которых складывается, в результате выдавая на выход обнаружителя энергию сигнала. Энергия на выходе изменяется пропорционально квадрату амплитуды. Рассмотрим влияние начальной фазы сигнала.

Если входной сигнал имеет добавочную фазу относительно эталонного сигнала, то это может привести к определенным изменениям результата обработки – обнаружитель становится неработоспособным. При перемножении смещенного по фазе сигнала с эталонным, образуются области с отри-

цательными значениями, что при последующем суммировании на интеграторе приводит к уменьшению выходного значения, и может повлечь за собой решение об отсутствии сигнала, если добавочная фаза приведет к уменьшению значения достаточной статистики до уровня, меньше заранее выставленного порогового значения, пример представлен на рис. 3. У обнаружителя на согласованном фильтре добавочная фаза может привести к смещению максимума АКФ. Отношение сигнал/шум так же влияет на результат обработки.

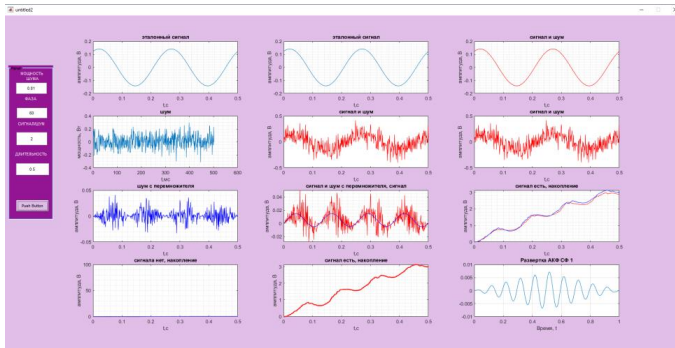


Рис. 3. Пример влияния изменения начальной фазы сигнала

Отношение сигнал/шум расшифровывается как отношения мощности сигнала к мощности шума в дБ (разгах). Белый шум, как видно на рис.3 (второй сверху график слева), некоррелированный процесс, следовательно, при корреляционной обработке его отсчеты, складываются по мощности, в то время как напряжение сигнала возводится в квадрат и только потом складывается.

Так же у корреляционного обнаружителя наблюдается зависимость выходной статистики от длительности сигнала, но это связано лишь с тем, что энергия сигнала так же зависит от времени, и, как следствие, уменьшается при уменьшении длительности сигнала.

И так можно сделать вывод, что корреляционный обнаружитель не инвариантен к фазовым добавкам, времени прихода сигнала; зависит от отношения сигнал/шум и от длительности сигнала. Однако при изменении формы сигнала (в ситуации, когда это необходимо) корреляционным обнаружитель можно легко перестроить, с помощью генератора изменив форму эталонного сигнала, в отличие от обнаружителя на согласованном фильтре.

Библиографический список

1. Ван Трис Г. Теория обнаружений, оценок и модуляций / Пер. с английского. Советское радио, 1972.
2. Лукошкин А. П., Устинов Б. В. Обнаружение сигналов на фоне шумовых помех: учеб. пособие. ЛЭТИ(ЛИАП), 1981.

УДК 621.376

А. Ю. Жданов

студент кафедры радиотехнических систем

Ю. В. Бакшеева – кандидат технических наук – научный руководитель**РЕАЛИЗАЦИЯ QAM-МОДУЛЯТОРА НА ПЛИС СРЕДСТВАМИ ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТЫ DE1-SOC****Введение**

Квадратурная амплитудная модуляция (КАМ, англ. QAM – Quadrature Amplitude Modulation) – модуляция, при которой функция огибающей синтезируемого сигнала формируется суммой двух сдвинутых на 90° гармонических колебаний на несущей частоте [1].

Формула сигнала, синтезированного по схеме QAM:

$$S_i(t) = I_i \cos(\omega t) + Q_i \sin(\omega t), \quad (1)$$

где I , Q – амплитуды синфазной и квадратурной составляющей.

Квадратурную амплитудную модуляцию относят к многопозиционным схемам модуляции, т. е. таким схемам модуляции, которые имеют более двух значащих позиций. Для представления многопозиционных схем модуляции удобно использовать сигнальные созвездия. Сигнальное созвездие представляет собой плоскость, на которой отмечены все возможные значащие позиции данной схемы модуляции в виде комплексных амплитуд [2].

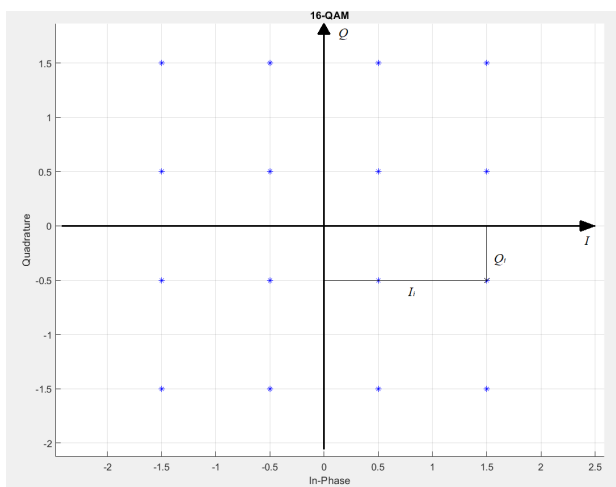


Рис. 1. Сигнальное созвездие схемы 16-QAM

На рис. 1 изображено сигнальное созвездие схемы модуляции 16-QAM с отмеченным на нем сигналом.

1. Алгоритм синтеза QAM сигнала

Операции, производимые при выполнении алгоритма синтеза QAM сигнала, должны выполняться соответствии с (1). Таким образом, на вход модулятора в виде кодовой комбинации поступает координата сигнала на сигнальном созвездии, содержащая в себе информацию об амплитудах синфазной и квадратурной составляющих, после чего происходит их умножение на соответствующие гар-

монические колебания и последующее их сложение. Схематичное изображение алгоритма синтеза QAM сигнала представлено на рис. 2.

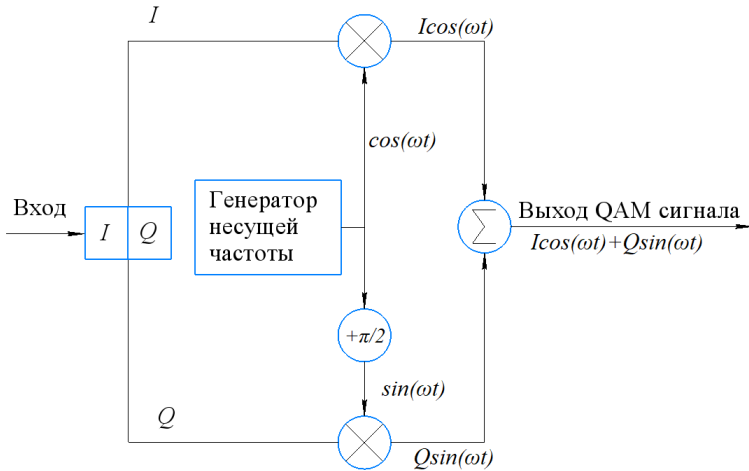


Рис. 2. Алгоритм синтеза QAM сигнала

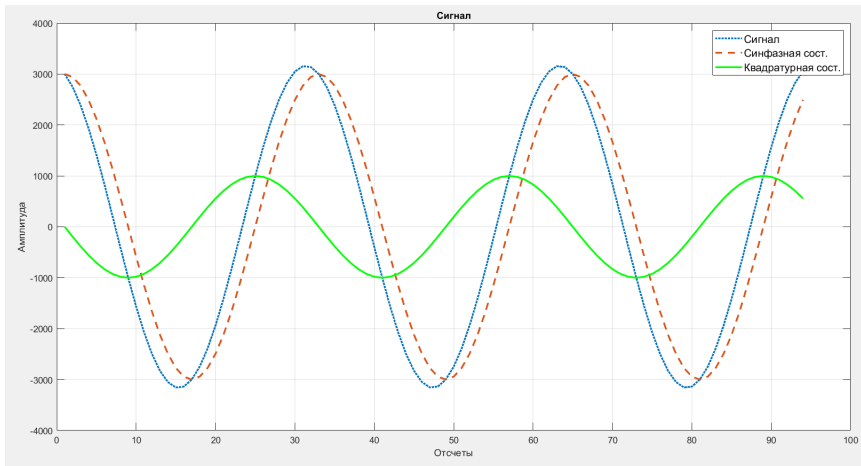


Рис. 3. Пример синтеза 16-QAM сигнала для кодовой комбинации 1110

На рис. 3 показан пример синтезированного 16-QAM сигнала во временном представлении. Здесь можно наблюдать синфазную и квадратурную составляющие с разными амплитудами ($I = 3$; $Q = -1$), а также результирующий сигнал, соответствующий кодовой комбинации 1110 в кодировке 16-QAM на сигнальном созвездии.

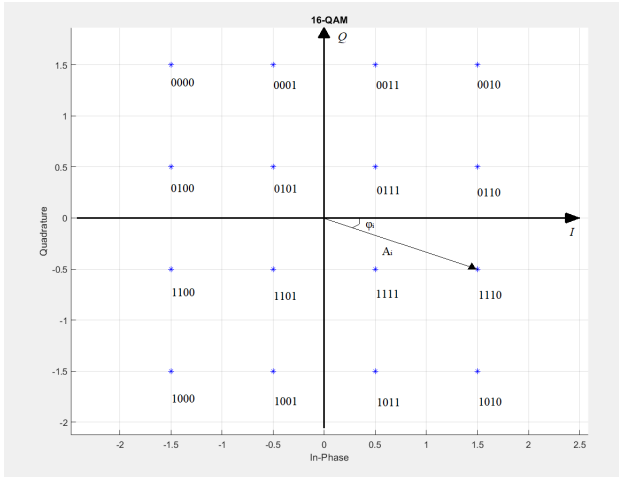


Рис. 4. Представление сигнала в виде комплексной амплитуды на сигнальном созвездии

На рис. 4 приведены сигнальное созвездие и соответствия между сигналами и их кодовыми комбинациями.

2. Аппаратная реализация модулятора 16-QAM на ПЛИС

DE1-SoC (рис. 5) – устройство, на котором выполнялось создание модулятора, является отладочной платой.

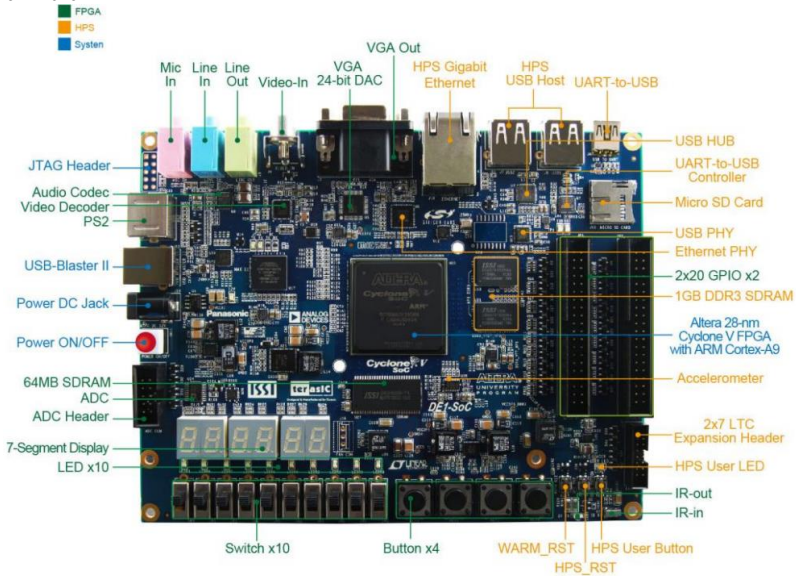


Рис. 5. Отладочная плата DE1-SoC

Эта плата содержит ПЛИС *Cyclone V* и набор периферийных устройств [3], что позволяет использовать ее для отладки и прототипирования. ПЛИС (программируемая логическая интегральная схема) – микросхема, позволяющая осуществлять аппаратную реализацию цифровых схем в интегральном исполнении.

На рис. 6 представлена реализация модулятора 16-QAM сигнала в САПР Quartus. Quartus – САПР, позволяющий осуществлять полный цикл разработки и отладки цифровых устройств (включая программирование ПЛИС), реализуемых на ПЛИС фирмы Intel, к которым и относятся *Cyclone V*.

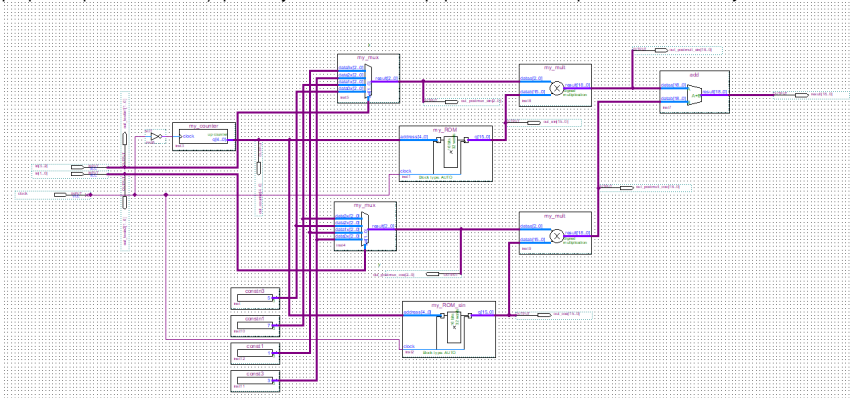


Рис. 6. Реализация схемы модулятора в САПР Quartus

На вход устройства поступает четырехразрядная двоичная кодовая комбинация, которая подается на два мультиплексора для получения амплитуд синфазной и квадратурной составляющей по указанному выше соответствию, после чего происходит умножение амплитуд на отсчеты колебаний косинусной и синусной составляющих с их последующим сложением. На рис. 7 изображено временное представление сигнала.

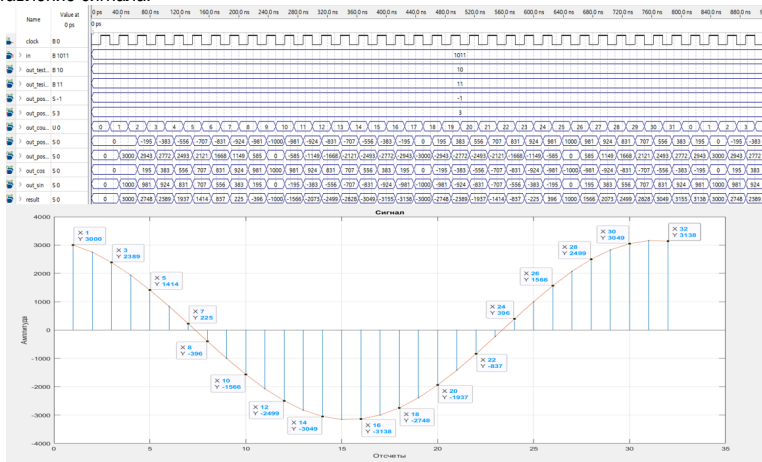


Рис. 7. Временное представление сигнала в среде временного моделирования Quartus ModelSim (сверху) и САПР математического моделирования MatLab (снизу)

Особенностью данной схемы является реализация генератора несущей частоты. Генератор несущей частоты выполнен в виде LUT (англ. Look Up Table, ПЗУ, таблица заранее рассчитанных значений), хранящего дискретные отсчеты одного периода гармонического сигнала (в данном случае таких ПЗУ два – на синус и косинус соответственно). Отсчеты гармонического сигнала в этой таблице хранятся таким образом, что при последовательном их считывании получается гармонический сигнал.

Заключение

У данной реализации модулятора есть несколько достоинств. Во-первых, высокое быстродействие – методы генерации отсчетов гармонического колебания, альтернативные используемому, подразумевают под собой расчеты синуса и косинуса, используя логические блоки ПЛИС, причем точность расчета зависит от числа использованных блоков [4]. Во-вторых, независимость работы от частоты дискретизации. Частота результирующего сигнала определяется частотой тактирующего импульса и работает одинаково при любых его значениях в пределе до 50 МГц (в случае реализации средствами данной отладочной платы). В-третьих, предложенную схему можно легко модифицировать под любую схему цифрового модулятора на квадратурной основе. Например, заменив амплитудные коэффициенты, можно модулировать сигнал по стандарту DVB-T2, или увеличить разрядность QAM, изменив параметры мультиплектора.

Библиографический список

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. 3-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 768 с.
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение = Digital Communications: Fundamentals and Applications. 2-е изд. М.: Вильямс, 2007. 1104 с.
3. Terasic Technologies Inc. DE1-SoC User Manual. URL: http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/ee2_digital/DE1-SoC_User_manual.pdf (дата обращения: 23.05.2022).
4. Intel NCO IP Core User Guide. URL: https://www.mouser.cn/datasheet/2/612/ug_nco-1307256.pdf (дата обращения: 23.05.2022).

УДК 621.373

А. А. Железняк

студент кафедры радиотехнических систем

Ю. В. Бакшеева – кандидат технических наук – научный руководитель**УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСАМИ СИНХРОНИЗАЦИИ**

Синхронизирующие импульсы – это очень короткие прямоугольные импульсы, которые используются для управления по фронту импульса или по его длительности. Они вырабатываются высокостабильным задающим генератором путем подсчета частоты колебания на его выходе и последующими логическими комбинациями.

Прежде чем формировать сигнал синхронизации, необходимо выдвинуть требования к конечному результату: сигнал должен представлять собой последовательность прямоугольных импульсов амплитудой 5 В с периодом 5 мс и длительностью единичного импульса 1 мкс, а также должна предусматриваться возможность изменения длительности импульсов шагом 1 мкс при неизменном периоде.

На рис. 1 изображен процесс формирования сигнала синхроимпульсов.

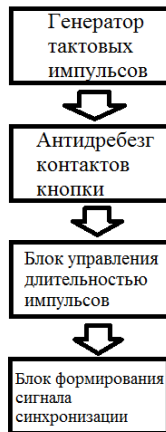


Рис. 1. Формирование синхроимпульсов

Как видно из рис. 1, опорным и входным для разрабатываемого устройства является высокостабильный сигнал тактовой частоты, сформированный генератором тактовых импульсов. Блок антидребезга контактов отвечает за устранение паразитного явления как дребезг контактов, который сопровождается многократными сменами логического уровня при замыкании и размыкании кнопки. Блок управления длительностью импульсов позволяет изменять длительность импульсов выходного сигнала при помощи кнопок. И, наконец, конечный блок – блок формирования сигнала синхронизации, который представляет собой делитель частоты и предназначен для понижения частоты в кратное число раз. При делении частоты также можно изменять скважность. Необходимость использования делителя частоты и значение его частоты определяется условиями поставленной задачи. После упомянутых ранее процедур на выходе получается синхросигнал с требуемой длительностью импульсов и периодом их повторений. Более подробно об использовании структурной схемы на рис. 1 в решаемой задаче будет говориться далее.

Генератор тактовых импульсов формирует изображенный на рис. 2 высокостабильный сигнал с частотой 50 МГц и скважностью равной двум.

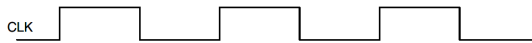


Рис. 2. Тактовый сигнал

Для того, чтобы получить сигнал частотой 200 Гц, что соответствует значению периода 5 мс исходя из условия задачи, нужно в делителе частоты понизить частоту сигнала в 250 000 раз. При периоде в 5 мс длительность импульса должна быть равной 1 мкс, что соответствует значению скважности равной 5000. На рис. 3 изображены временные диаграммы тактового сигнала и результата обработки.

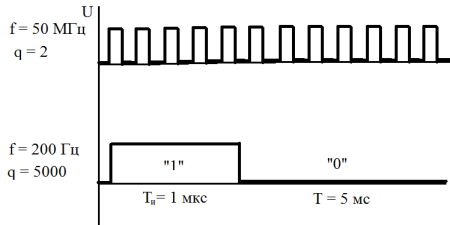


Рис. 3. Временные диаграммы тактового сигнала и результирующего сигнала

Решение заключается в том, что счетчик подсчитывает количество импульсов тактового сигнала, и если количество импульсов не превышает 50, что соответствует количеству импульсов в 1 мкс при данной частоте, то он выдает на выход логическую единицу. Если же значение счетчика находится в интервале от 51 до 250 000, то на выход подается логический ноль. Для формирования синхриомпульсов будет использоваться отладочная плата ОП5576ХС4Т.01, изображенная на рис. 4.

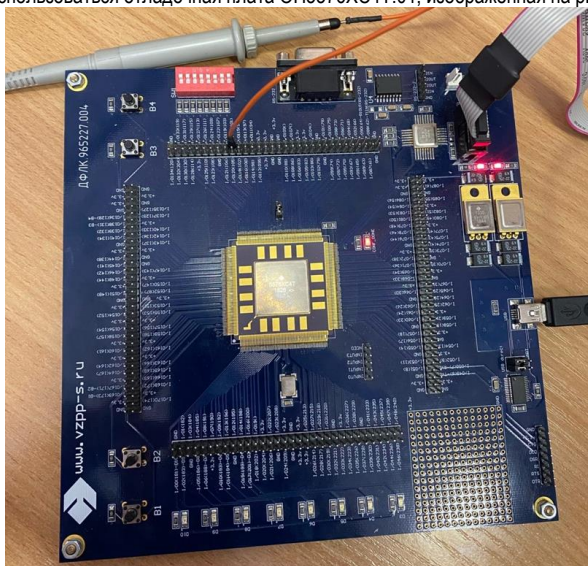


Рис. 4. Отладочная плата ОП5576ХС4Т.01

Основным элементом отладочной платы является ПЛИС 5576ХС4Т российского производства, на которой далее и будет реализована схема формирования сигналов синхронизации. Также важным элементом на плате являются кварцевый генератор, генерирующий нужные нам высокостабильные колебания частотой 50 МГц для всей схемы в целом. Схема управления сигналами синхронизации предусматривает возможность изменения длительности импульсов для получения необходимого результата. Поэтому длительность будет меняться при помощи кнопок В1 и В2. Сигнал, снимаемый с контакта 101, будет отображаться на осциллографе для проверки правильности результата.

Для реализации схемы формирования сигналов синхронизации будет использоваться код, написанный на языке описания аппаратуры Verilog. Программная реализация данного кода показана на рис. 5.

```

1 module test(
2   input clk_50,
3   input b1,
4   input b2,
5   output reg si
6 );
7
8   reg [17:0] count;
9   reg bb1;
10  reg bb2;
11  integer k = 50;
12
13  debounce debounce_inst1
14  (
15    .button(b1), // input button_sig
16    .clk(clk_50), // input clk_sig
17    .q(bb1) // output q_sig
18  );
19
20  debounce debounce_inst2
21  (
22    .button(b2), // input button_sig
23    .clk(clk_50), // input clk_sig
24    .q(bb2) // output q_sig
25  );
26
27  always@ (posedge clk_50) begin
28
29      bb1 <= b1;
30      bb2 <= b2; // блок управления длительностью импульсов
31
32      if (bb1 & ~bb1) begin
33          if (k<250000) k = k + 50;
34          end
35      else if (bb2 & ~bb2) begin
36          if (k > 50) k = k - 50;
37          end
38      end
39
40  always@ (posedge clk_50) begin
41      if (count <= 250000) begin
42          count <= count + 1;
43          if ((count >= 1) && (count <= k)) si <= '1'b1;
44          else if ((count > k) && (count <= 250000)) si <= '1'b0; // блок формирования импульсов синхронизации
45          end
46      else count <= 0;
47      end
48  endmodule

```

Рис. 5. Программная реализация схемы формирования синхроимпульсов

Схема, написанная на языке описания аппаратуры Verilog, имеет вход для тактового сигнала, входы для кнопок и один выход, с которого сигнал подается на осциллограф. Функция debounce, написанная также на языке Verilog, устраняет явление дребезга контактов для обеих кнопок. Тогда полученные сигналы b1 и b2 это сигналы, поступающие с кнопок без дребезга контактов. Счетчик, описанный в строках 40–47, формирует требуемые импульсы синхронизации длительностью 1 мкс и периодом 5 мс. Значение $k = 50$ при данной частоте соответствует временному интервалу в 1 мкс. Временной интервал в 5 мс соответствует значению $k = 250000$ при заданной частоте. Если значение счетчика больше 50, но меньше 250 000, то на выход подается логический ноль. Полученный сигнал синхронизации подается на осциллограф и его можно наблюдать на рис. 6.

При увеличении развертки можно наблюдать единичный импульс (рис. 7).

Из рис. 7 видно, что импульс действительно имеет длительность 1 мкс. Далее будут рассматриваться изменения длительности импульса при неизменном периоде при помощи кнопок. Подключенные кнопки к схеме формирования сигнала синхронизации осуществляется конструкцией, описанной в строках 27–38 на рис. 3. Значение k ограничено в пределах от 50 до 250 000. Если поступает логическая единица с кнопки В1, то длительность импульса увеличивается на 1 мкс. Если же поступает еди-

ница с кнопки B2, то на эту же величину длительность импульса уменьшается. Примеры изменения длительности синхроимпульса показаны на рис. 8 и 9.

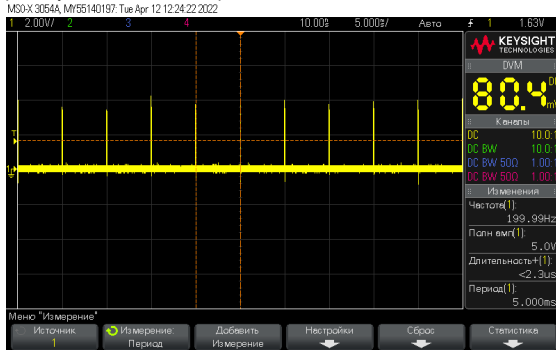


Рис. 6. Осциллограмма выходного сигнала синхронизации

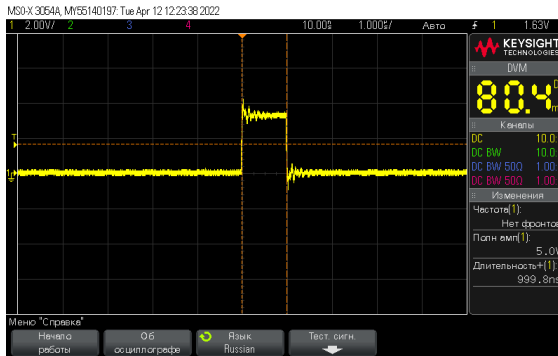


Рис. 7. Единичный импульс сформированного сигнала

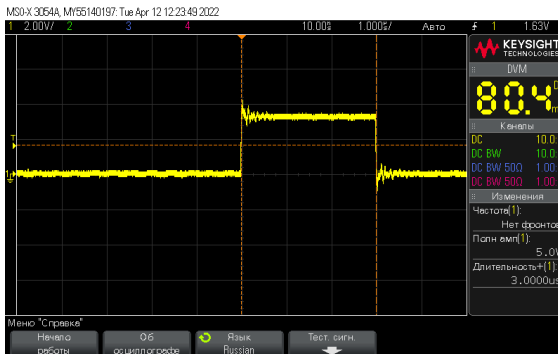


Рис. 8. Увеличение длительности синхроимпульса до 3 мкс

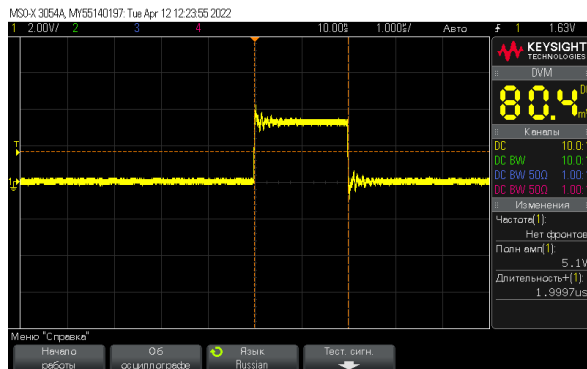


Рис. 9. Уменьшение длительности импульса до 2 мкс по сравнению с предыдущим значением

Результатом всей проделанной работы является схема, способная формировать сигнал синхронизации с определенной длительностью импульсов равной 1 мкс и периодом повторения 5 мс, а также возможностью изменения длительности импульсов.

Библиографический список

1. Ушенина И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС: учеб. пособие. М.: Лань, 2019.
2. Музиченко А. Синхронизация и управление: система синхронизации радиолокатора. <https://www.radartutorial.eu/01.basics/rb24.ru> (дата обращения: 13.03.2022).
3. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: справ. руководство.; пер. с нем. М.: Мир, 1982. 512 с.

УДК 004.896

Т. И. Тагаев, Д. А. Музафаров

студент кафедры радиотехнических систем

Н. В. Поваренкин

кандидат технических наук, заведующий кафедрой радиотехнических систем

А. К. Ермаков – преподаватель кафедры радиотехнических систем – научный руководитель**СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Основным методом описания морской поверхности является спектральный метод. Он подразумевает построение пространственного спектра морского волнения. Существуют различные эмпирические спектры морского волнения, основными из которых являются спектр Пирсона – Московица и JONSWAP (Joint North Sea Wave Project). Спектр Пирсона – Московица использовался в СССР вместе с 9-бальной шкалой оценивания интенсивности морского волнения, представленной в табл. 1. Входным параметром данного спектра является высота трехпроцентной обеспеченности – такая высота волны, вероятность превышения которой составляет 3%. Спектральная плотность энергии Пирсона – Московица определяется выражением (1) [2]:

$$S(\omega) = 7,06\pi \frac{D_r}{\bar{\omega}} \left(\frac{\omega_m}{\omega} \right)^5 \exp \left(-1,25 \left(\frac{\omega_m}{\omega} \right)^4 \right), \quad (1)$$

где $\bar{\omega} = \frac{2\pi}{\bar{T}}$ – средняя частота волнения; $\bar{T} = 3,1\sqrt{h_{3\%}}$ – средний период волнения; $\omega_m = 0,7\bar{\omega}$ – частота максимума спектра; $D_r = \sqrt{\frac{h_{3\%}}{5,29}}$ – дисперсия высоты волны; $h_{3\%}$ – высота трехпроцентной обеспеченности.

Таблица 1

Шкала оценивания интенсивности волнения

Волнение, баллы	$h_{3\%}$, м
1	0–0,25
2	0,25–0,75
3	0,75–1,25
4	1,25–2,0
5	2,0–3,5
6	3,5–6,0
7	6,0–8,5
8	8,5–11
9	>11

За рубежом чаще используют спектр JONSWAP. Он отличается от спектра Пирсона – Московица наличием дополнительного искусственного множителя, улучшающего соответствие измерениям. Этот множитель уточняет форму горба спектра морской поверхности. Спектр JONSWAP определяется выражением (2):

$$S(\omega) = \frac{ag^2}{\omega^5} \exp \left(-\frac{5}{4} \left(\frac{\omega_m}{\omega} \right)^4 \right) \cdot \gamma \exp \left(-\frac{(\omega - \omega_m)^2}{2\sigma^2 \omega_m^2} \right), \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения; $a = 0,076\bar{X}^{-0,22}$ – интенсивность спектра, зависящая от скорости ветра; $\bar{X} = \frac{gx}{U^2} - U$ – это скорость ветра на высоте 10 м над уровнем моря, x – длина выборки; γ – множитель, уточняющий форму горба волны, определяемый в диапазоне от 1,5 до 6, обычно используют значение 3,3; σ – коэффициент формы пика, его значения определяются выражением: $\sigma \begin{cases} 0,07, \omega \leq \omega_m \\ 0,09, \omega > \omega_m \end{cases}$; ω_m – пиковая частота волны, которая является максимальным значением, появившимся в частотном спектре, $\omega_m = 22 \left(\frac{g}{U} \right) \cdot \bar{X}^{-0,33}$.

Скорость U можно определить по принятой всемирной метеорологической организацией 12-балльной шкале Бофорта. Таким образом, входными параметрами модели спектра морского волнения JONSWAP являются скорость ветра над морем и коэффициент формы пика.

Для формирования отрезка реализации случайного гауссовского процесса воспользуемся методом дискретного преобразования Фурье, в котором спектр случайного процесса разбивается на полосы одинаковой ширины. В таком случае, выражение, описывающее участок морской поверхности будет иметь вид [2]:

$$\xi(t) = \sum_{i=1}^{\infty} A_i \cdot \cos(\omega_i t + \varphi_i), \quad (3)$$

где $A_i = \sqrt{2S(\omega_i)\Delta\omega} \cdot z_i$ – амплитуда гармоники; $\Delta\omega$ – ширина полосы разбиения; ω_i – частота i -й полосы; φ_i – случайная начальная фаза.

z_i – массив случайных чисел с нулевым математическим ожиданием и единичным СКО.

Пример пространственных спектров показан на рис. 1.

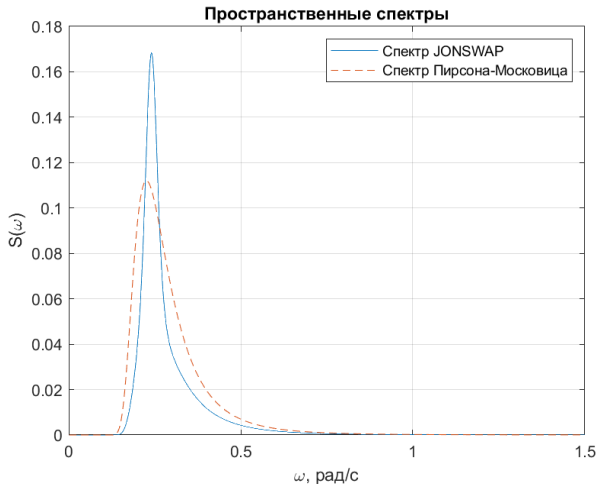


Рис. 1. Пространственные спектры

Для сравнения моделей морской поверхности, полученных при помощи спектров Пирсона – Московица и JONSWAP, построим графики зависимостей сигнала от СКО поверхности и сравним с теоретическими зависимостями. В данном случае рассматривается сигнал, отраженный от низкочлента-

щей цели, находящейся над морской поверхностью. Зависимость когерентной компоненты от СКО определяется как среднее значение сигнала, принимаемого от поверхности [3, 4]:

$$|E_{\text{зерк}}(\sigma)| = \frac{\sum E(\sigma)}{N}, \quad (4)$$

где σ – СКО шероховатой поверхности; N – количество реализаций; E – сигнал в точке приема.

Зависимость диффузной составляющей определяется как среднее отклонение от среднего значения зеркальной компоненты для каждого СКО:

$$P_{\text{дифф}}(\sigma) = \frac{\sum |E(\sigma) - E_{\text{зерк}}(\sigma)|^2}{N}. \quad (5)$$

Для когерентной составляющей теоретическая зависимость строится по формуле:

$$|E_{\text{зерк}}| = E \cdot e^{-(\sqrt{2} \cdot k \cdot \sigma \cdot \sin(\beta))^2}, \quad (6)$$

где β – угол скольжения.

Зависимость диффузной составляющей определяется выражением (8):

$$P_{\text{дифф}} = E^2 \left(1 - e^{-2(\sqrt{2} \cdot k \cdot \sigma \cdot \sin(\beta))^2} \right). \quad (7)$$

Сравнение теоретических зависимостей и зависимостей, полученных по результатам моделирования приведены на рис. 2 и 3.

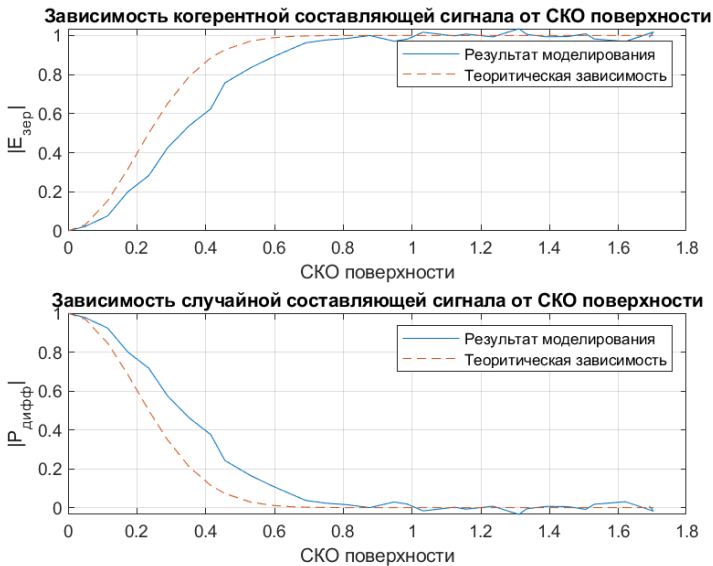


Рис. 2. Зависимости мощности зеркальной и диффузной компонент сигнала от СКО при использовании спектра Пирсона – Московца

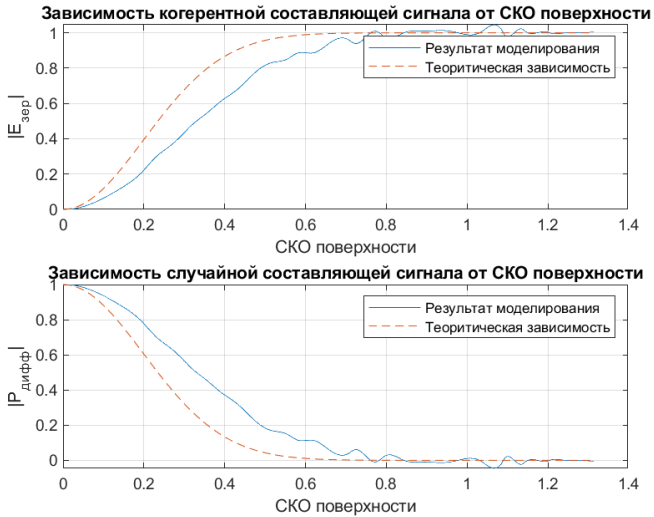


Рис. 3. Зависимости мощности зеркальной и диффузной компонент сигнала от СКО при использовании спектра JONSWAP

Таким образом, результаты моделирования показывают, что зависимости мощностей зеркальной и когерентной компонент при использовании разных пространственных спектров приблизительно совпадают. Следовательно, при моделировании сигнала, отраженного от морской поверхности, выбор пространственного спектра определяется только данными, используемыми для моделирования – скоростью ветра, или высотой трехпроцентной обеспеченности, и вычислительными мощностями.

Библиографический список

1. Черный Ф. Б. Распространение радиоволн. Изд. 2-е, доп. и переработ. М.: Сов. Радио, 1972. 464 с.
2. MACIEJ J. Electromagnetic Models of Bistatic Radar Scattering from Rough Surfaces with Gaussian Correlation Function, 2009.
3. Ермаков А. К., Поваренкин Н. В. Моделирование сигнала, переотразившегося от подстилающей поверхности, при зондировании низколетящего воздушного объекта с использованием метода Кирхгофа. М.: Радиотехника, 2020.
4. Монаков А. А., Храменко Г. Н. Модель радиолокационных сигналов в случае двухмерной шероховатой поверхности. М.: Радиотехника, 1997. № 12. С. 44–48.

Конструирование и технологии электронных и лазерных средств

УДК 621.317.441

Д. Д. Боговая

студентка кафедры конструирования и технологий электронных и лазерных средств

В. П. Ларин – доктор технических наук, профессор – научный руководитель**АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЕЙ**

Металлоискатель (МИ) – это электронный индукционный прибор, позволяющий обнаруживать металлические предметы в нейтральной или слабопроводящей среде (в грунте, воде, стенах, древесине, под одеждой и багажнике, пищевых продуктах и др.) не контактируя с ними, информируя об этом факте оператора (звуковым сигналом, отклонением стрелки и т. д.) [1].

Рассмотрим важнейшие характеристики металлоискателя, определяющие его возможности по поиску предметов, к которым могут быть отнесены следующие величины:

- максимальная глубина поиска;
- минимальный размер обнаруживаемого объекта;
- рабочая частота; размеры катушки; чувствительность прибора.

Важной составляющей настройки металлоискателя является его чувствительность, напрямую определяющая глубину обнаружения объектов, которая чаще всего обуславливает успешность поисковых работ. Чем выше заданы показатели чувствительности, тем глубже металлоискатель способен обнаружить объект.

Однако максимальные значения не всегда хороши, так как при этом увеличивается степень влияния электропомех и прочих посторонних сигналов. Установка таких высоких параметров оправдывает себя лишь в случаях сухой невысокой травы и однородной почвы, а также при отсутствии внешних раздражителей. Но такие условия довольно редко встречаются, зачастую поиски проводятся в сильно замусоренных местах, где создаются значительные шумовые помехи, поэтому чувствительность приходится снижать, и как следствие уменьшать глубину обнаружения.

Существуют общие правила настройки чувствительности, первым из которых является оценка состояния почвы, на которой производятся поиски. Для чистой и однородной земли можно устанавливать максимум чувствительности, но при загрязненных металлоискусором участках лучше поставить среднее значение.

Вторым фактором, влияющим на чувствительность, является минерализация грунта, то есть наличие в земле минералов и солей. Чем больше их содержание, тем выше минерализация и тем сильнее влияние помех на работу металлоискателя. Поэтому для уменьшения помех чувствительность необходимо убавлять. То же касается работы вблизи электропередач, которые создают затруднения при поиске [2].

Диаметр катушки, наряду с чувствительностью металлоискателя, сильно влияет на максимальную глубину поиска и минимальные размеры обнаруживаемых объектов. Также от диаметра катушки зависит эффективность поиска (площадь, исследуемая за «проход») и точность обнаружения предмета. Поскольку изменение диаметра катушки противоречивым образом сказывается на показателях металлоискателя (увеличивая глубину поиска, теряем в чувствительности к мелким предметам; увеличивая чувствительность к мелким предметам, проигрываем в глубине поиска), то для того, чтобы один прибор можно было использовать для решения максимального круга задач, как правило, в металлоискателях предусматривается возможность смены катушек.

Катушки большого диаметра используются для поиска крупных объектов на большой глубине. Чем больше диаметр катушки, тем больше глубина поиска металлоискателя и меньше отклик на объекты малых размеров; металлоискатель с очень большой катушкой будет пропускать маленькие предметы, даже находящиеся на поверхности. Эффективность поиска у большой катушки выше, но ниже точность обнаружения (сложнее установить точку расположения найденного объекта).

Катушки маленького диаметра хорошо справляются с поиском мелких предметов, но глубина поиска у них мала. На большой глубине они не способны обнаружить ни мелкие, ни крупные предметы. За счет малых размеров падает эффективность поиска, но увеличивается точность локализации найденного объекта [3].

На чувствительность в определенной степени влияет частота, в то же время глубина поиска может меняться. При увеличении глубины поиска результат обнаружения мелких объектов ухудшается. Такова концепция работы большинства одночастотных металлоискателей [2].

Таким образом, можно утверждать, что наиболее важными факторами, определяющими глубину поиска, являются размер катушки и рабочая частота. Однако найти идеальные условия для металлоискателя нелегко, так как на результаты поиска влияют такие аспекты, как уровень минерализации почвы, количество металлического мусора на местности и характеристики детектора [3].

Выбор размера катушки зависит от требуемой глубины и точности обнаружения предмета. Чем глубже планируется поиск, тем больше должен быть диаметр катушки и, соответственно, наоборот.

Правильный подбор чувствительности помогает фильтровать ложные сигналы и обращать внимание только на потенциально ценные объекты [2].

Библиографический список

1. Корякин-Черняк С. Л., Семьян А. П. Металлоискатели своими руками. СПб.: Наука и Техника, 2009. 256 с.: ил.
2. Мельник М. М. Металлоискатели. М.: ЗМ, 2003. 27с.
3. Адаменко М. В. Металлоискатели. ДМК, 2006.

УДК 623.746.-519

К. А. Никифоров

магистрант кафедры конструирования и технологий электронных и лазерных средств

О. П. Куркова – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

АНАЛИЗ СРЕДСТВ И СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Анализ публикаций в этой области показывает, что аналитических статей по данной тематике довольно мало. В подавляющем числе работ в этой области преобладают излишне оптимистические выводы относительно эффективности защиты БЛА от средств радиоэлектронного подавления. Главное, отсутствует внятная классификация и подробная характеристика основных способов защиты.

Цель данной статьи заключается в систематизации данных, посвященных теме защиты БЛА от функционального поражения лазерным излучением. Данные были собраны и проранжированы по способу защиты. В заключении выделены наиболее перспективные для дальнейших исследований и разработок.

Зеркальная защита. Она заключается в нанесении на поверхность летательного средства покрытия, обладающего высокими отражательными свойствами. В результате атаки БЛА лазером, направленное излучение с определенными потерями отразится от корпуса.

Преимущества. Зеркало с алюминиевым покрытием отражает примерно 95% падающего излучения, однако его эффективность сильно зависит от длины волны. Противодействие осуществляется при воздействии маломощным излучением.

Недостатки. От мощного излучения зеркальная поверхность быстро теряет отражательную способность и, в последствие, разрушается. От излучения с длиной волны менее 0,2 мкм (ультрафиолетового или рентгеновского), зеркальная защита вовсе не работает. Искусственные материалы со 100% отражением и зеркальные поверхности со специальными многослойными, до 99,999% повышающими отражательную способность, покрытиями, работают только против излучения с определенной длиной волны, и в случае с многослойными покрытиями обязательным требованием является конкретный угол падения. Помимо недостатков применения у зеркального способа защиты есть проблемы связанные с хранением БЛА: его надо будет хранить в контейнере, заполненном инертным газом, ведь малейшее помутнение или пятно, например, от отпечатков пальцев, сразу ухудшат отражающую способность зеркала. В таком случае корпус необходимо будет покрывать защитной пленкой или специальным напылением, которое само по себе будет уменьшать отражательную способность зеркала.

«Размазывание» тепловой энергии. Лазерное излучение направлено на БЛА. В это время последний осуществляет вращательные движения вокруг собственной продольной оси, распределяя тепловую энергию по корпусу.

Преимущества. Не требуется дополнительных защитных средств.

Недостатки. В меньшей степени этот способ эффективен при облучении лазером передней части корпуса и не применим на летательных средствах, имеющих ассиметричную форму корпуса. Нагрев корпуса будет не таким интенсивным и сконцентрированным, но он будет, и тепло так или иначе будет распространяться по внутренним блокам БЛА, выводя их из строя и мешая стационарному функционированию.

Завесы. Создание дымовой или аэрозольной завесы заключается в распространении в пространстве мельчайших частиц, мешающих следящей системе концентрировать лазерное излучение на объекте преследования и эффективно сопровождать цель.

Преимущества. Установка распыляющих устройств вблизи передней части летательного средства многократно увеличивает успешность применения данного типа защиты. Предварительное погружение лазерного комплекса функционального противодействия в облако дыма или аэрозоля позволит отказаться от установки распыляющих устройств на сам летательный аппарат.

Самый главный *недостаток* этого типа защиты состоит в том, что распространение дыма или аэрозоля вокруг БЛА на протяжении длительного промежутка времени невозможно – распыление про-

исходит быстро и из-за высокой скорости летательного средства остается в том месте, где последнего уже нет, никак не защищая от направленного излучения лазера.

Оптические фильтры. Фильтры, установленные над критически важными блоками летательного средства, поглощают или отражают лазерное излучение определенной длины волны.

Преимущества. Способ эффективен при воздействии маломощным излучением. Стеклопленочные светофильтры обладают устойчивостью к световым и тепловым воздействиям, а также однородностью и высоким оптическим качеством.

Недостатки. Работа только на определенной длине волны. Воздействие мощным излучением выведет фильтры из строя. Против лазера на свободных электронах, особенностью которого является изменение рабочей длины волны в широком диапазоне, эта защита практически бесполезна.

Защитные экраны. Работают следующим образом: в случае обнаружения лазерного излучения защитные экраны за доли секунды закрывают объективы оптико-электронных средств.

Преимущества. Прекрасно подходят для защиты крупных БЛА. Обладают высоким быстродействием. Объединяют в себе прочность и малый вес.

Недостатки. Все остальные электронные блоки остаются без защиты. Установить экраны на БЛА, как на преимущественно небольшое средство вооружения, задача довольно трудная. Защитные экраны значительно увеличивают массогабаритные характеристики летательного средства, а также могут вызвать перегрев компонентов оптической системы, из-за увеличившейся плотности компоновки, при воздействии лазерного излучения высокой мощности.

Абляционная защита. Основана на уносе защитного вещества с поверхности защищаемого объекта потоком горячего газа или на перестройке пограничного слоя, что в совокупности значительно уменьшает теплопередачу к защищаемой поверхности.

Преимущества. Вещество легко совмещается с большинством материалов подложек, с использованием распространенных клеевых систем. Противоударная защита, обеспечиваемая благодаря смягчению мелких частиц.

Недостатки. Абляционная защита одноразовая, тяжелая и объемная, поэтому использовать ее на летательных средствах многократного использования нет смысла. Помимо ухудшения указанных выше характеристик страдают дальность полета и маневренность БЛА.

Конструктивная теплоизолирующая защита. Конструктивное покрытие или исполнение корпуса несколькими защитными слоями из тугоплавких материалов, устойчивых к внешним воздействиям.

Преимущества. Покрытие на основе окиси кремния и блестящей окиси алюминия обладает малым коэффициентом поглощения солнечной радиации и высоким коэффициентом излучения. Керамическое покрытие $ZrO_2 \cdot 8TiO_2 \cdot 2CO_2 \cdot 74B_2O_3$, которое накладывается на матрицу углерод-углеродного композита, по своим характеристикам значительно превосходит самую лучшую высокотемпературную керамику. Покрытие из $ZrO_2 \cdot 80TiO_2 \cdot 20O_2$, титаната циркония и SiO_2 формирует очень плотный внешний слой, но только при тепловом воздействии в $3000^\circ C$. Керамические высокотемпературные соединения в целом обеспечивают защитному покрытию высокую механическую прочность и стойкость по отношению к разрушениям от высокой температуры. Чем больше защищаемый объект, тем больше энергии может быть рассеяно по площади и отдано в виде теплового излучения и охлаждения набегающим потоком воздуха.

Недостатки. Материалы, что собираются использовать, при длительной эксплуатации подвергаются износу и, как следствие, разрушительному воздействию влаги. Хотя недавно и было разработано покрытие на основе смеси углеродных нанотрубок и специальной керамики, способное эффективно поглощать и равномерно распределять тепло от лазерного излучения в ближайшие к месту удара области корпуса ЛА, и были проведены успешные испытания этого покрытия, к условиям испытаний осталось много вопросов. Как покрытие поведет себя при нанесении на не такие неблагоприятные для лазера поверхности, как медь? Каковы значения максимальной температурной стойкости и стойкости к вибрационно-ударным нагрузкам? Как будет устранен демаскирующий тепловой эффект? Чем меньше защищаемый объект, тем толще придется делать защиту, так как малая площадь не позволит отвести достаточно тепла и будут перегреты внутренние функциональные блоки.

Активная система противодействия. При наведении лазерного луча на БЛА система определяет параметры направленного излучения: мощность, длину волны, частоту импульсов, направление и расстояние до источника. После чего система препятствует фокусировке лазера на цели путем наведения встречного маломощного лазера, который сбивает с толку систему наведения противника, меняя положение фокусной границы по двум осям.

Преимущества. Лазер системы обладает возможностью настройки своих параметров, чтобы эффективно противостоять лазеру противника любой конфигурации. Постоянное обеспечение защиты.

Недостатки. Эффективность защиты падает при использовании противником нескольких лазерных источников и при условии осведомленности противника о применяемой защитной системе, в таком случае достаточно быстро вычисляется реальное положение БЛА в пространстве.

В данной статье были сведены и раскрыты основные средства и способы защиты беспилотных летательных аппаратов от функционального поражения лазерным излучением. Исходя из приведенных описаний и характеристик наиболее перспективными в плане дальнейших исследований и разработок являются следующие методы защиты: абляционная, конструктивная теплоизолирующая и активная система противодействия. Для улучшения абляционной защиты требуются исследования в направлении уменьшения веса и объема, для конструктивной теплоизолирующей – проведение испытаний в условиях приближенных к реальным и извлечение корректных выводов, для активной системы противодействия – изучение вопроса быстрого изменения положения фокусной границы.

Библиографический список

1. Laser-portal.ru. Санкт-Петербург. URL: https://laser-portal.ru/content_379 (дата обращения: 16.05.2022).
2. Amorimcorkcomposites.com. Тревор. URL: <https://amorimcorkcomposites.com/media/2818/tps-ru.pdf> (дата обращения: 16.05.2022).
3. DailyTechInfo. URL: <https://dailytechinfo.org/military/8466-helios-pervaya-v-mire-aktivnaya-sistema-protivolazernoy-zaschity-dlya-besplotnikov.html> (дата обращения: 16.05.2022).

УДК 621.373.826

А. И. Тюрина

студентка кафедры конструирования и технологий электронных и лазерных средств

О. И. Саута – доктор технических наук, профессор – научный руководитель**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БЛА В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ.**

Беспилотный летательный аппарат (БЛА) за сравнительно короткое время является наиболее часто упоминаемым летательным аппаратом (ЛА) во всех видах публикаций, несмотря на то что под этой аббревиатурой подразумевается большое число разнообразных ЛА по назначению и характеристикам, а также применяется несколько словесных названий этого класса ЛА (дрон, беспилотник) [1].

Создание, содержание и техническое обслуживание БЛА обходится дешевле аналогичных расходов на пилотируемую авиацию или спутниковые системы. По этой причине БЛА нашли широкое применение в картографии, электроэнергетике, строительстве, сельском хозяйстве, военной области, археологии. БЛА оказались незаменимы для медицинских целей-доставки лекарств, органов для пересадки, вакцин в труднодоступные районы, организации экстренной медицинской помощи [2]. В Китае дроны были использованы для дезинфекции улиц во время эпидемии COVID-19, в США-для контроля соблюдения социальной дистанции. В Австралии БЛА патрулируют побережье, предупреждая о появлении акул, дроны, оснащенные тепловизорами, начали следить за дикой природой для поиска больных животных.

БЛА используют при тушении пожаров, поиска людей при стихийных бедствиях. Зафиксирован случай использования БЛА для спасения утопающих. Дроны в России помогают ловить браконьеров, тушить пожары и контролировать соблюдение правил дорожного движения. БЛА используются средствами массовой информации, кинокомпаниями, для организации световых шоу, дефиле, для доставки товаров, грузов, в качестве аэротакси [2].

В последнее время перспективным направлением является использование БЛА в ограниченных и замкнутых пространствах. Патрулирование дроном офисного пространства позволяет решить актуальную для Японии проблему многочасовых переработок сотрудников. Для экономии средств вместо летающих лабораторий дроны используют вблизи аэропортов для контроля работы аппаратуры взлетно-посадочных полос. В производственных помещениях, авиационных ангарх беспилотники используют для выполнения технологических операций, технического обслуживания воздушных судов. Дроны, оснащенные тепловизорами, ультразвуковой контрольной аппаратурой проводят на производстве контроль качества громоздких изделий, таких как ректификационные колонны для нефтянки или котлов-утилизаторов пара для электростанций. При этом на порядок уменьшается время процедуры и не требуется получение разрешения для проведения работ контролером на высоте. По информации корпорации Walmart использование дрона при проведении инвентаризации складов в два раза позволяет сократить затраты на инвентаризацию, в 10 раз уменьшить количество привлекаемых сотрудников и в 30 раз сократить время проведения процедуры. При этом проведение инвентаризации не требует закрытия склада, может проводиться в автоматическом режиме в любое время (и даже ночью).

Однако для организации работы БЛА и обеспечения безопасности персонала в описанных условиях остро встает вопрос определения местоположения аппарата с высокой точностью (до единиц сантиметров). Точность определения координат глобальных навигационных спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС, «Бэйдоу») составляет метры в горизонтальной плоскости и до 15 м в вертикальной плоскости. Кроме того, в условиях авиационных ангаров, складов с металлическими стенами зачастую прием этих сигналов вовсе отсутствует, т. е. они не решают поставленной задачи.

Использование инерциальных системы навигации средней точности с лазерными и волоконно-оптическими гироскопами на мини и микро-БЛА не представляет возможным по причине несоответствия массогабаритных характеристик, не говоря уже об их высокой стоимости в несколько десятков тысяч долларов [3]. В ограниченных пространствах, в принципе, могут использоваться специальные оптические системы видеонавигации [4], позволяющие ориентироваться по заранее полученному изображению подстилающей поверхности, нанесенным на пол или потолок координатным полосам или да-

же расположению светильников. Но они дороги, сложны и ограничены в функционале (также, как и использование экзотической магнитометрии, систем на основе сверхширокополосных сигналов (UWB) и пр.). Требуемую точность можно обеспечить, используя системы на основе инфракрасного излучения, но они обладают небольшим радиусом действия и требуют прямой видимости.

Весьма перспективным направлением является использование локальных систем навигации с использованием ультразвуковых сигналов [6 – 9]. По сравнению с оптическими и радиосистемами при использовании ультразвука гораздо проще осуществить синхронизацию работы аппаратуры. Такие системы уже успешно используются для определения местоположения человека или робота в помещении (Cricket, Idoog GPS) в компьютерных играх и системах дополненной реальности [8 – 9]. В локальной системе навигации сигналы спутников заменяются сигналами ультразвуковых маяков, располагаемых в опорных точках с известными координатами. Маяки размещаются как можно выше – у потолка в углах оборудуемого производственного или складского помещения или на вершинах специальных вышек полигона (рис. 1, а, б). В проектируемой системе навигационную задачу предлагается решать на стороне стационарной части системы. В этом варианте информационный сигнал, излучаемый БЛА принимается приемниками преобразователями маяков. Измерив время прохождения сигнала от летательного аппарата до маяка и, зная скорость распространения сигнала, можно определить расстояние от летательного аппарата до маяков. В основе работы системы лежит принцип трилатерации [5]. Если известны расстояния до трех маяков, местоположение летательного аппарата определяется как точка пересечения трех сфер, центры которых находятся в точках расположения маяков, а радиусы равны расстояниям от маяка до летательного аппарата (рис. 1, в).

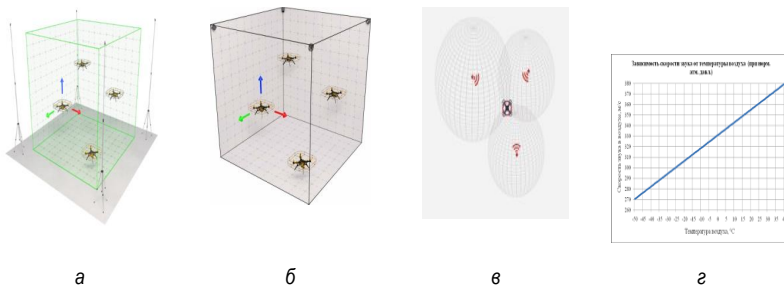


Рис. 1. Принцип построения системы ультразвуковой навигации:
а, б – расположение маяков, в – принцип трилатерации,
г – зависимость скорости звука от температуры

Недостатками существующих систем является определение некоторыми из них только двух координат, что недостаточно для позиционирования БЛА, малый радиус действия, и влияние на результаты позиционирования температуры окружающего воздуха. Если в отапливаемом помещении последнее обстоятельство может быть и не так существенно, то, например, в условиях аэропорта или специального испытательного полигона ошибка в определении координат может быть существенной (рис. 1, г).

Для увеличения радиуса действия системы при проектировании маяков предлагается использовать ультразвуковые датчики повышенной чувствительности с более равномерной диаграммой направленности в широком диапазоне углов. Для улучшения равномерности характеристики маяка может быть рассмотрен вариант применения на маяке двух сдвоенных датчиков, но этот вариант сильно удорожает систему. С целью снижения уровня помех от систем открывания дверей и автомобильных парктроников предлагается использовать датчики с более высокой рабочей частотой (40кГц). Для снижения уровня шумов и потерь при передаче принятого сигнала по проводным системам предварительную обработку информационных сигналов предлагается проводить на стороне приемника-преобразователя маяка и использовать усилитель на микросборках с малым уровнем шумов и высоким коэффициентом

усиления. Для повышения надежности и ремонтпригодности системы в УНЧ предлагается спроектировать резервный канал обработки информационного сигнала и использовать дополнительный маяк. Для увеличения точности определения координат предлагается корректировать значение скорости распространения звука в зависимости от значения температуры окружающей среды.

Как показала практика датчик температуры достаточно опрашивать не чаще одного раза в минуту. Изначально предполагалось учитывать значение влажности, но ее влияние на скорость оказалось не столь существенным. Для идентификации каждому маяку целесообразно задать определенную частоту выходного НЧ-сигнала путем соответствующей настройки гетеродина приемника – преобразователя маяка. Информационный сигнал усиливается основным блоком до необходимого уровня, выделяется полосовым фильтром, центральная частота которого настраивается на частоту определенного маяка и поступает на вход соответствующего счетчика микроконтроллера (МК). Счетчики МК запускаются синхронно с моментом излучения модулем БЛА информационного сигнала по команде управляющего устройства и останавливаются по приходу сигнала высокого уровня от соответствующего маяка. По значению временной задержки рассчитываются относительные координаты БЛА в трех плоскостях.

Для определения координат достаточно информации от трех маяков. Четвертый является резервным на случай неисправности одного из маяков и для корректировки результатов для исключения влияния переотраженных сигналов. Для этой же цели следует проводить усреднение значений координат по нескольким измерениям и учитывать данные других систем. При выборе электрорадиоэлементов устройства (микросборок, приемника-преобразователя маяков и основной платы) основной упор необходимо сделать на необходимое качество, приемлемую стоимость, пригодность для использования технологии поверхностного монтажа и минимальные размеры при соответствии требуемых электрических характеристик (прежде всего, мощности для резисторов и рабочего напряжения для конденсаторов). Поэтому в устройстве использованы резисторы и конденсаторы с кодами корпусов не больше, чем 0805, 0603, 0402.

При проектировании технологического участка следует обратить внимание на возможность использования современного оборудования для поверхностного монтажа (трафаретного принтера, установщика SMD компонентов, системы пайки в паровой фазе, системы пайки волной припоя для компонентов, вставляемых вручную, системы очистки, влагозащиты и оптической или рентгеновской системы контроля).

Конечно, предлагаемая схема построения локальной системы навигации не решает всех проблем. Ее работа, возможно, будет затруднена при использовании владельцем соседнего с полигоном участка мощного ультразвукового отпугивателя кротов, работающего парктроника автомобиля или ультразвуковой стиральной машинки, которой вдруг вздумал воспользоваться охранник, чтобы постирать сменную форму во время ночного дежурства. При этом, например, может быть сорван процесс ночной инвентаризации склада. В качестве решения следует использовать комплексирование-использование управляющим модулем БЛА информации других систем: данных высотомера, лидаров, ИК-модуля, оптических систем, оперативное определение и устранение источника помехи.

Основным ограничением предложенной схемы построения локальной навигационной системы является проводное соединение маяков и стационарного блока и не по причине возрастания потерь при увеличении длины проводников, а, прежде всего, из-за роста их стоимости. Для увеличения радиуса действия для связи маяков и стационарного блока в будущем целесообразно рассмотреть использование радиоканала. Для совершенствования системы целесообразно также рассмотреть возможность учета атмосферного давления на объекте.

Библиографический список

1. Беспилотный летательный аппарат. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Беспилотный_летательный_аппарат (дата обращения: 14.05.2022).
2. Беспилотный летательный аппарат БЛА (дрон). URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Беспилотный_летательный_аппарат_\(дрон,_БЛА\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Беспилотный_летательный_аппарат_(дрон,_БЛА)) (дата обращения: 14.05.2022).
3. Копысов О. Э. Инерциальные навигационные системы: лекция. URL: http://olegkop.ucoz.com/InfIzmYstr/lekcija_22.pdf (дата обращения: 14.05.2022).

4. Купервассер О. Ю., Рубинштейн А. А. Система навигации беспилотных летательных аппаратов с помощью видео. URL: <https://www.metodolog.ru/node/1570> (дата обращения: 14.05.2022).
5. Монаков А. А. Теоретические основы радионавигации: учеб. Пособие. СПб.: ГУАП, 2002. 70 с.
6. Ультразвуковая система определения координат 2.0. URL: <https://habr.com/ru/post/479530/> (дата обращения: 14.05.2022).
7. The Cricket Indoor Location System. <http://cricket.csail.mit.edu/#download> (дата обращения: 14.05.2022).
8. Indoor «GPS» с точностью ± 2 см. URL: <https://habr.com/ru/post/254361/> (дата обращения: 14.05.2022).
9. Геоскан Пионер Система УЗ-навигации в помещении «Локус». URL: <https://www.geoscan.aero/ru/products/pioneer/hive> (дата обращения: 14.05.2022).

УДК 621.373.826

А. И. Тюрина

студентка кафедры конструирования и технологий электронных и лазерных средств

О. И. Саута – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

ПОВЫШЕНИЕ КРИПТОСТОЙКОСТИ УПРАВЛЯЮЩИХ КАНАЛОВ БЛА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ

Особенностью текущего момента является снижение средней цены на все виды беспилотных летательных аппаратов и стирание границы между профессиональными и потребительскими дронами. Созданы аппараты на водородном и ультразвуковом двигателе, аппараты способные перемещать до 900 кг. Основным преимуществом БЛА является существенно меньшая стоимость их создания и эксплуатации по сравнению с пилотируемой авиацией, что привело к расширению сфер их применения и увеличению количества.

Миллионы БЛА применяют в картографии, археологии, сельском и дорожном хозяйстве, строительстве, электроэнергетике, доставке товаров и грузов, охране правопорядка и военной области [1]. Для управления БЛА наряду с традиционными задействуют новые каналы управления –4 и 5 G. Некоторые производители сообщили о достижении 4-й степени автономности своих устройств. В то же время надежных каналов управления требуют миллиарды устройств интернета (IoT), беспилотных автомобилей и летающих такси. Взломанный канал управления беспилотным грузовиком или летающим такси, или умным домом также представляют серьезную опасность.

Важность выполняемых беспилотниками IoT-задач (пробные доставки органов для пересадки, вакцин и медикаментов на удаленные острова, оказание экстренной медицинской помощи летающими экипажами, поддержание температуры «умным» холодильником и охрана входной двери жилища «умным замком» и т. д.) и наличие у злоумышленников высокопроизводительных средств для атаки беспроводных каналов управления, сетей и систем программирования автономных БЛА вызывает необходимость повышения их защищенности. Тем более, что по прогнозам Gartner в горизонте 5–7 лет может быть создан квантовый компьютер, который можно будет использовать для практических нужд, в том числе и для взлома каналов управления БЛА, миллиардов устройств интернета вещей (IoT), биткоин-кошельков. Конфиденциальной информации со сроком чувствительности более 10 лет также угрожает «взлом из будущего» (данные копируются и хранятся до появления возможности расшифровки). Китай и США уже аккумулируют эксбайты информации для последующей расшифровки. В сентябре 2019 г. квантовый компьютер Google с 53-кубитовым процессором смог выполнить очень сложный программный расчет всего за двести секунд [2]. Для сравнения, самый современный мощный суперкомпьютер Summit смог бы произвести подобный результат лишь за 10 тыс. лет. Также по оценкам специалистов компании, выполнение того же эксперимента на сервере Google Cloud заняло бы 50 трлн часов (5,7 млрд лет).

Одним из перспективных направлений противодействия этой угрозе является использование принципов квантовой криптографии. То есть для защиты управляющих каналов БЛА, беспилотных автомобилей, устройств IoT и медицинских гаджетов, промышленных и энергетических систем предлагается использовать «истинно случайные» ключи шифрования, сгенерированные на основе тех же физических принципов, на которых работает квантовый компьютер.

Впервые идею использования квантовых объектов для защиты информации высказал Стивен Визнер в 1970 г. В 1984 г. его однокурсник Чарльз Беннет совместно с Жилем Brassardом из Монреальского университета доработали идею Визнера для передачи зашифрованных сообщений с помощью квантовых технологий, разработали первый протокол для квантовой линии связи-BB84 (рис. 1, б). Они предложили использовать квантовые каналы для обмена одноразовыми ключами шифрования (схема на рис. 1, а), причем длина таких ключей должна была быть равной длине сообщения. Это позволяло передавать зашифрованные данные в режиме одноразового шифр-блокта. Такой способ шифрования обеспечивал математически доказанную криптостойкость, т. е. был устойчив к взлому при неограниченных вычислительных возможностях взломщика.

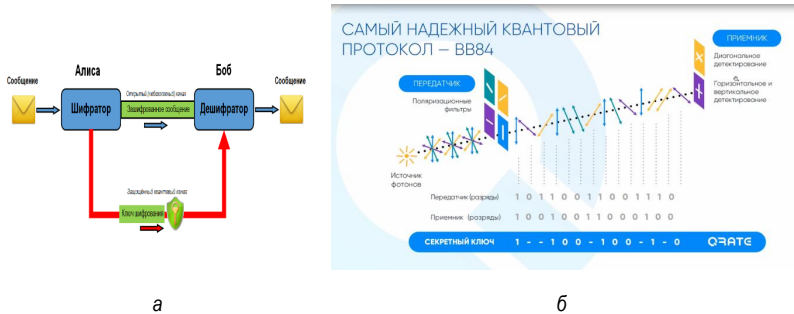


Рис. 1. Принцип работы квантового канала связи: а, схема шифрования с одноразовым квантовым шифр-блоком б-первый протокол для квантовой связи BB84, основанный на учете поляризации одиночных фотонов

В 1991 г. Артур Экерт разработал алгоритм E91, в котором квантовое распределение ключей производилось с использованием квантовой запутанности. Позже было создано еще несколько алгоритмов GAO, Yuan, Lo05, Protokol. Перспективность квантовых коммуникаций подтверждается размером годовых инвестиции развитых стран (табл. 1).

Таблица 1

Размеры инвестиций в квантовые технологии, протяженность квантовых сетей

Страна	Сумма	Протяженность квантовых сетей
США	\$20 млрд	>1000км, 19 узлов
Китай	\$12 млрд	2000км, 32 узла, 12 банков
ЕС	\$3 млрд	нет данных
Индия	\$1 млрд	нет данных
Россия	\$0,64 млрд	нет данных
Корея	нет данных	380 км. Защита 5G и LTE связи

Для генерации ключей два доверенных узла наряду с обычным каналом должны быть соединены еще и квантовым каналом связи (рис. 1, а). Он может быть создан на основе оптоволоконной линии или «по воздуху». В этом и заключается принцип квантового распределения ключей (КРК) [3]. Линии квантовой криптографии, впервые появившиеся под Женевой, сегодня успешно растут по всему миру. Например, у лидера внедрения квантовых технологий Китая общая протяженность квантовых сетей превышает 2000 км и включает 32 доверенных узла (табл. 1). С использованием этих сетей работают 12 банков и 4 государственных органа. На втором месте США с 1000 км сетей и 19 доверенными узлами. Однако, пока что длина участка между доверенными узлами чуть больше 100 км, и причина этого весьма банальна: поглощение света в оптоволокне. Именно эта проблема стимулировала работы по квантовой криптографии по воздуху и в космосе, так как в вакууме проблема затухания света попросту отсутствует. В 2007 г. между Канарскими островами Ла Пальма и Тенерифе (расстояние между ними 144 км) был проведен успешный эксперимент по квантовому распределению ключей. На практике было выяснено, что флуктуации атмосферы оказывают не очень значительное влияние, но для приема в роли приемника обязательно необходимо использовать телескоп.

В 2015 г. Китай запустил на орбиту в 500 км спутник QSS (другое название по имени древнекитайского философа-МО Цзы), с помощью которого осуществил успешный эксперимент по организации зашифрованного канала связи между Пекином и Веней длиной в 7000 км. Используемые для шифрования ключи были сформированы в два приема: первый-по квантовому каналу между спутником и обсер-

ваторией в Пекине, второй – между спутником и обсерваторией в Вене. Импульсы посылались с частотой 100 МГц, но из-за особенностей протокола битрейт составил всего 574 бит в секунду. Так как спутник находился в зоне прямой видимости в течение 5,5 минут, за один пролет генерировался ключ длиной 120 кбит, что не так плохо [5].

Продолжает совершенствование сам процесс генерации ключей. Так как с одиночными фотонами работать тяжело недавно научились делать то же самое при помощи слабых пучков, меняя их интенсивности (decoy states). Также ключ можно генерировать при помощи запутанных фотонов [6]. Реализации первых протоколов BB84 (названного так по первым буквам авторов и году создания), B92 в настоящее время многие авторы считают уязвимым (не сами физические принципы, а именно реализации). Предложены усовершенствованные протоколы, основанные на других физических принципах практические реализации которых отличающиеся меньшим уровнем ошибок E91 и Lo05, «Protokol» [6].

Так как главная особенность системы – это использование импульсов с низкой энергией, это сильно снижает скорость передачи данных. Поэтому другим актуальным направлением является совершенствование характеристик оптоволоконных, воздушных и космических линий квантовой криптографии. Увеличения расстояния между доверенными узлами можно добиться за счет уменьшения потерь в волокне. Предел на сегодняшний день – 120 км. В дорожной карте по развитию квантовых технологий РФ запланировано создание оптоволоконных линий протяженностью до 300 км. Одним из самых громких проектов в России стал пилот волоконно-оптической линии связи с применением технологии квантового распределения ключей шифрования, которая соединила два офиса госкорпорации «Росатом» в Москве. Квантовую сеть длиной в 800 км планирует создать компания ОАО «РЖД».

При организации квантовой линии связи в воздухе или в космическом пространстве увеличение дальности и скорости генерации ключей может быть достигнуто за счет увеличения мощности лазерного передатчика, улучшения характеристик фокусирующей системы. Это приведет к уменьшению числа потерянных фотонов. С другой стороны, по-прежнему актуальна задача увеличения чувствительности и уменьшения шумов приемника. Так как в настоящий момент для приема используются телескопы, остро стоит вопрос уменьшения их габаритов.

Следует отметить, что технология КРК может быть встроена в существующую архитектуру. И многие игроки рынка квантовых коммуникаций заявили о внедрении технологий в реальных проектах. О разработке нескольких квантово-безопасных проектов заявили представители IBM. Компания Samsung проинформировала общественность об использовании квантового шифрования в одной из последних моделей своих телефонов. Российская компания QRate предлагает квантовый генератор случайных чисел и промышленную установку для распределения ключей между двумя абонентами по стандартному одинарному волокну SMF 28 1550 нм со скоростью 50 кБ/с на расстоянии до 120 км.

В связке с квантовыми коммуникациями развиваются решения информационной безопасности на основе квантово-устойчивых алгоритмов шифрования (постквантовая криптография). По сравнению с традиционными алгоритмами, постквантовые используют другие математические принципы. Квантовая и постквантовая криптографии дополняют друг друга, как аппаратные и программные решения в классической криптографии. Если посмотреть, как это применяется на практике, мы увидим, что квантовая криптография подходит для защиты высоконагруженных каналов связи и каналов, по которым передается стратегически ценная информация. Например, между банковскими офисами, дата-центрами или видеоконференции топ-менеджмента. В это же время постквантовая криптография может решить задачи по безопасности ненагруженных каналов. Например, южнокорейский мобильный оператор LGU+ интегрировал постквантовую технологию в свое сетевое оборудование. При этом компания отмечает, что решение актуально для проводных коммуникаций, беспроводных сетей и 5G. О разработке нескольких квантово-безопасных проектов также заявили представители IBM.

Можно сделать вывод, что несмотря на сложность и высокую стоимость оборудования технологии квантовых коммуникаций уже реально применяются на практике для защиты обмена данными между дата-центрами, банками, объектами критической инфраструктуры [3]. При этом они имеют большой потенциал для обеспечения криптостойкости каналов управления беспилотным транспортом, устройствами интернета вещей, каналами мобильной связи в случае удешевления технологии. Снижение стоимости систем, увеличение скорости работы и дальности действия может быть реализовано за счет снижения потерь в оптоволоконных линиях, совершенствования уровня технической реализации кван-

товых алгоритмов [6], повышения быстродействия и мощности лазерных передатчиков, чувствительности приемников.

Библиографический список

1. Беспилотный летательный аппарат БПЛА (дрон). URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 16.05.2022).
2. Google достигла квантового превосходства. URL: <https://habr.com/ru/news/t/468361/> (дата обращения: 14.05.2022).
3. Makarov Vadim. Quantum cryptography and quantum cryptanalysis, 2006.
4. Квантовая криптография // Шифрование. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 16.05.2022).
5. Квантовая криптография в космосе или Что внутри китайского спутника? URL: <https://habr.com/ru/post/397149/> (дата обращения: 16.05.2022).
6. Куда движется современное QKD? URL: <https://habr.com/ru/post/530362/> (дата обращения: 16.05.2022).

УДК 631.54

Цай Хао

А. Р. Бестугин – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПОЛИВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**Введение**

С постоянным развитием сельского хозяйства автоматизация ухода за растениями находит все большее применение. В качестве необходимой корректировки роста растений необходим своевременный полив и внесение удобрений. Для уменьшения нагрузки на сельскохозяйственных работников появляются автоматические устройства полива. Эти устройства либо неточны в определении влажности почвы, либо не имеют всех функций, необходимых потребителю. В [1] обсуждается конструкция изобретенного спринклера для растений, в котором используются Arduino Uno, датчики YL-39 и YL-69, реле, водяные насосы и Bluetooth для подключения к изобретенному спринклеру для растений, установленному на смартфоне пользователя, который отображает состояние почвы.

Исследования были сосредоточены на функции управления поливочным оборудованием, а не на функции, связанной с платформой Интернета вещей (IoT). Исследования в области IoT развиваются и реализуются в различных аспектах. Например, применение IoT в системах домашней безопасности – обнаружение движения с помощью микроконтроллеров и PIR-датчиков на платах Wemos [2]. В области систем мониторинга IoT-платформы используются для записи данных с датчика качества воздуха MQ135, которые обрабатываются системой и выдают уведомления через смартфон пользователя при обнаружении загрязнения вредными газами [3].

Другое использование IoT объясняется в [4], прототипе детектора газа с использованием датчика MQ2 и микроконтроллера платы Wemos с функциями уведомления и мониторинга. В [5] рассматривается использование IoT для орошения с использованием алгоритмов регрессии с целью оптимизации и контроля потребления воды.

В [6] была внедрена интеллектуальная система мониторинга растений, которая объединяет облачные серверы и мобильные устройства на базе Android/iOS, чтобы помочь пользователям контролировать влажность, температуру и условия освещения растений для правильного орошения растений и освещения.

Методы и модели

Основная цель исследования – разработать интеллектуальное устройство для полива на основе Интернета вещей, которое может настраивать пороговые значения влажности и кислотности (pH) почвы, необходимые растениям, в зависимости от вида растений, чтобы можно было лучше контролировать процесс полива и внесения удобрений. В дополнение к прототипу устройства в исследовании также использовались существующие возможности платформ IoT, известной как Blynk.

Аппаратное и программное обеспечение, используемое для создания системы автоматического полива, в основном включает в себя датчик влажности и pH почвы, микроконтроллер Wemos D1, реле, электромагнитный клапан, емкость для удобрений, поливочную трубу, Arduino IDE, приложение Blynk. Каждая часть и функция описаны ниже.

Датчик влажности почвы

Функция датчика влажности почвы заключается в определении влажности почвы. Когда влажность почвы недостаточна, датчик вводит сигнал высокого уровня, в противном случае вводит сигнал низкого уровня, и информация, полученная датчиком влажности почвы, будет сравниваться со значением влажности почвы, заданным контроллером. Когда обнаруживается, что влажность ниже нижнего предела, установленного программой, подается сигнал, управляющий закрытием электромагнитного клапана. Датчик влажности почвы получает значение влажности почвы путем измерения сопротивления почвы.

Датчик определения pH

Когда почва щелочная, датчик вводит высокий уровень сигнала, в противном случае вход представляет собой сигнал низкого уровня. Порог pH почвы устанавливается программным обеспечением,

и информация, полученная датчиком рН почвы, будет сравниваться со значением рН почвы, заданным контроллером. Когда обнаруженный рН ниже нижнего предела, установленного программой, микроконтроллер выдает сигнал, который может открыть электромагнитный клапан емкости для удобрений, а затем контролировать внесение количества удобрения в соответствии с рассчитанным количеством удобрения.

Благодаря обратной связи данных, обнаруженной расходомером, закрытие электромагнитного клапана бункера удобрений контролируется, чтобы остановить внесение удобрений.

Микроконтроллер Wemos D1

Wemos D1[7] – это плата, совместимая с Arduino Uno, с ESP8266EX в качестве встроенного модуля Wi-Fi. В этом устройстве Wemos D1 управляет другими электронными компонентами, такими как датчики влажности почвы и рН, реле, электромагнитные клапаны и поливочные трубы. ESP8266EX действует как встроенный модуль Wi-Fi для подключения поливочного устройства к Интернету.

Реле

Реле представляет собой переключатель с электронным управлением, и в устройстве используются два реле, одно из которых управляет поливом растений, а другое – внесением удобрений. В разрабатываемом устройстве одно реле подключено к электромагнитному клапану полива для открытия или закрытия потока воды из резервуара в трубопровод полива, а другое реле подключено к электромагнитному клапану емкости для удобрений в качестве переключателя.

Электромагнитный клапан

Электромагнитный клапан представляет собой компонент трубы, который открывается и закрывается автоматически, а принцип его работы заключается в использовании электромагнитов. Если на электромагнит подается ток, он включится и наоборот. Основной функцией электромагнитного клапана является управление открытием и закрытием клапана, а также регулирование потока воды и удобрений.

Среда разработки Arduino

Для вставки программы в микроконтроллер использовалась среда разработки Arduino IDE [8]. Исходный код является важной частью управления всем процессом автоматической системы полива.

Приложения Blynk

Blynk Apps – это приложение платформы IoT, которое устанавливается на смартфон пользователя для отправки уведомлений о состоянии поливочного оборудования и уровне заряда батареи.

Разрабатываемое устройство основано на модели-прототипе [10, 11], в основном для создания системы автоматического полива. При функциональном тестировании устройства проводились эксперименты с тестированием методом черного ящика. Тестирование методом «черного ящика» используется для проверки того, что функциональные возможности каждого компонента и связанные с системой части работают должным образом, или что некоторые функции должны быть исправлены или улучшены.

Разработанная автоматическая система полива состоит из пяти основных функций, а именно: системы полива, системы внесения удобрений, системы идентификации растений, системы оповещения и системы электропитания.

Результаты

Тестирование устройства проводилось, чтобы выяснить, правильно ли оно работает. Использовался метод тестирования черного ящика. Тест проводился в трех частях. Первая часть проверяет датчик влажности почвы. Вторая часть проверяет работоспособность поливочного устройства. Третья часть теста – уведомление устройства через приложение Blynk при его активации или деактивации. Результаты испытаний подтвердили работоспособность разработанного устройства.

Заключение и обсуждение

Разработанное устройство на основе IoT показало удовлетворительные результаты, поскольку оно точно одновременно синхронизировало информацию о влажности почвы, рН, погодных условиях и уровне заряда батареи в системе и автоматизировало весь процесс. Интеллектуальная система орошения, интегрированная с платформой IoT Blynk, может выполнять функции полива растений в соот-

ветствии с поставленными целями. Система должна быть подключена к Интернету для мониторинга и уведомления в режиме реального времени. При отключении системы от интернета функция оповещения работать не будет, но система полива все равно будет выполнять функцию полива. Начальные значения влажности почвы и pH могут быть настроены в соответствии с типом растений. Это можно сделать путем перепрограммирования микроконтроллера.

Это интеллектуальное устройство для полива может считывать настройки местоположения растения, местное время и данные о подходящей среде роста для растения через Интернет вещей и выполнять интегрированную функцию интеллектуального полива и удобрения для растения, которая может быть непосредственно применяется для овощных теплиц, садов, активного полива травы и других мест.

Библиографический список

1. Kafiar E. Z., Allo E. K., Mamahit D. J. Rancang Bangun Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Kelembaban YL-39 dan YL-69, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 2018. Vol. 7. No. 3. Pp. 267–276.
2. Waworundeng J., Irawan L. D., dan Pangalila C. A. Implementasi Sensor PIR sebagai Pendeteksi Gerakan untuk Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Platform IoT, *Cogito Smart Journal*. 2017. Vol. 3. No. 2. Pp. 152–163.
3. Waworundeng J., dan Lengkong O. Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam ruangan dengan Platform IoT, *Cogito Smart Journal*. 2018. Vol. 4, No. 1. Pp. 94–103.
4. Waworundeng J. Prototype of Gas Detector with IoT Platform for Notification and Monitoring System, *International Scholars' Conference Proceedings*, Silang, Cavite. 2018, October 29–30.
5. Kumar A., Surendre A., et al. Internet of things based smart irrigation using regression algorithm. *Proceeding of 2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICT)*, India. 2017, July 6–7.
6. Sadasivam S., Vadhri V., Ramesh S. Smart Plant Monitoring System, Thesis / Distertation, Informatik, Technische Universitat Darmstadt. URL: <https://bit.ly/2PrjCuy> accessed 1st November 2018.
7. Wemos Electronics, Wemos D1. URL: <https://bit.ly/2Jfrz3J>.
8. McRoberts M. *Beginning Arduino*, Springer, New York. 2010.
9. The MIT Licence, 2017, Blynk. URL: <http://docs.blynk.cc/> accessed 1st November, 2018.
10. Pressman R. S., Maxim B. R. *Software Engineering*. New York, McGraw-Hill Education, 2015.
11. Waworundeng J., Suseno N., Manaha R. Perancangan alat penyiram tanaman otomatis berbasis sensor dan mikrokontroler. *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu (SNMDI-1)*, Jakarta, November 25. URL: <https://bit.ly/2L0fu4j> accessed 1st November. 2018.
12. Waworundeng, Jacqueline MS, Novian Chandra Suseno, and Roberth Ricky Y. Manaha. «Automatic watering system for plants with iot monitoring and notification». *Cogito Smart Journal* 4.2. 2019. Pp. 316–326.

УДК 602.42

В. В. Бухалко

студент кафедры медицинской радиоэлектроники

Т. В. Сергеев – кандидат биологических наук, доцент – научный руководитель

СРАВНЕНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ТОПОЛОГИИ «ЗВЕЗДА» ПРИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.

1. Введение. Актуальность в медико-биологическом аспекте

Не вызывает сомнений значимость оценки функционального состояния опорно-двигательной системы у пациентов травматолого-ортопедического и неврологического профиля. Роль биомеханических исследований в реабилитации больных с двигательными нарушениями определяется тем, что эти исследования позволяют существенно расширить представления о характере и степени поражения опорно-двигательного аппарата, обеспечить объективный контроль за процессами восстановления.

Так биомеханические исследования способствуют, например:

- выявлению функциональных расстройств костно-мышечной системы;
- выявлению нарушений кровообращения, обусловленных пережимом сосудов;
- выявлению динамики функциональной реабилитации.

2. Актуальность выбранных технических решений

На данный момент сенсорные блоки устройств для биомеханических исследований, способные передавать данные по радиоканалу, не позволяют применять их в повседневных условиях ввиду больших массогабаритных характеристик, либо наличия проводов для питания и/или передачи данных. К примеру, устройства, позволяющие отслеживать положение, движения и наклоны головы человека для исследования шейного отдела, представлены в лучшем случае в виде прототипов. Применение современных стандартов беспроводной передачи данных позволит:

- исключить влияние механического натяжения проводов на получаемые данные;
- снизить энергопотребление и, соответственно, повысить компактность сенсоров за счет снижения емкости батареи;
- использовать модульный характер эксплуатации прибора – при необходимости подключать дополнительные разноцелевые блоки.

В связи с этим требуется выбрать технологию для беспроводной передачи данных. Наиболее часто применяемыми в медицине технологиями беспроводной передачи данных являются ZigBee, Z-Wave, Wi-Fi и Bluetooth с применением протокола Bluetooth Low Energy (BLE).

3. Цель и задачи

Цель – выбор беспроводной технологии для передачи биомеханических характеристик.

Задачи:

- проанализировать современные стандарты беспроводной передачи данных, позволяющие построить связь по топологии «звезда»;
- установить критерии оценки передачи по радиоканалу биомеханических характеристик;
- сравнить современные стандарты беспроводной передачи данных;
- выбрать стандарт связи для получения данных с датчиков по радиоканалу.

4. Описание рассматриваемых решений

Беспроводные сети работают в одном или нескольких вариантах топологии. На рис. 1 приведены топологии беспроводных сетей различных конфигураций [1].

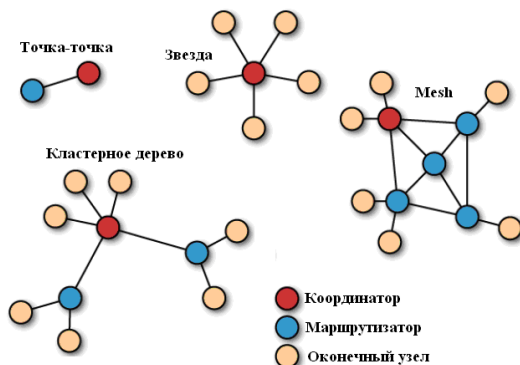


Рис. 1. Топологии беспроводных технологий передачи данных

Для обеспечения аппаратов, способных производить исследования по методу динамометрии, гониометрии, динамометрии и других, наилучшим образом подходит топология «звезда». Главным образом это обусловлено, при правильной организации передачи пакетов данных, наименьшим числом физических элементов, невысокой сложностью написания программного обеспечения и минимальным временем задержки получения данных. Топология ячеистой сети требует наличия маршрутизатора для каждого конечного устройства. В то же время необходимость передачи данных между двумя блоками с датчиками отсутствует. Применение топологии «точка-точка», при необходимости подключения дополнительного блока с датчиками, потребует аппаратной модернизации и внесения изменений в программу для организации нового канала связи. «Кластерное дерево» имеет переусложненную структуру и используется в случаях, где невозможно применение других топологий.

ZigBee – стандарт для набора высокоуровневых протоколов связи, использующих небольшие маломощные цифровые трансиверы, основанный на стандарте IEEE 802.15.4-2006 для беспроводных персональных сетей. Предназначен для радиочастотных устройств, где необходима длительная работа от батареек и безопасность передачи данных по сети. ZigBee используется в устройствах медицинской диагностики пациента, медицинском оборудовании и биодатчиках и для мониторинга состояния спортсмена [2]. Из недостатков важно выделить низкий уровень совместимости устройств из-за смягченных требований к сертификации и возможность производителей добавлять только часть функционала.

Z-Wave – стандарт, разработанный в 1999 г. специально для получения сигналов датчиков и управления исполнительными устройствами «умного дома». Работает с миниатюрными девайсами с низким энергопотреблением. Используется радиочастотный диапазон 800–900 МГц (нелицензируемый), в котором скорость передачи составляет до 100 кбит/с. Основная топология – mesh-сеть с маршрутизацией «от источника» [3].

BLE является ответвлением от исходного стандарта Bluetooth. Существенным достоинством BLE является низкое энергопотребление и энергопотребление в режиме сна, сверхмалое пиковое энергопотребление. Она разрабатывалась с прицелом на работу с компактными автономными устройствами, для многих из которых источниками служат малогабаритные маломощные батарейки [4].

Wireless LAN стандарта WiFi 802.11 разрабатывалась для предоставления беспроводного широкополосного доступа к сетям передачи данных на высоких скоростях. С помощью Wi-Fi можно развернуть сеть без прокладки кабеля, иметь доступ к сети мобильным устройствам. В пределах Wi-Fi зоны в сеть Интернет могут выходить несколько пользователей с компьютеров, ноутбуков, планшетов, телефонов и т. д. [2].

5. Критерии сравнения

Применяемая технология беспроводной передачи данных должна обеспечивать надежный сигнал и высокую автономность работы. Надежность сигнала и возможность справляться с помехами во

многим определяется используемым частотным диапазоном и реализацией в его рамках смены рабочего канала.

Для сравнения современным стандартов беспроводной передачи данных были выбраны основные критерии сравнения:

Частотный диапазон – полоса частот, воспроизводимая системой в определенных пределах для передачи сигнала по радиоканалу.

Число каналов – число доступных каналов для радиопередачи.

Скорость передачи – объем данных, передаваемых за единицу времени.

Дальность приема – дальность уверенного приема-передачи радиосигнала.

Число подключаемых устройств – максимальное число устройств, доступное для одновременного подключения и поддержания активной радиопередачи.

Потребление, активная передача – потребление радиомодулем электроэнергии в условиях непрерывной радиопередачи.

Время автономной работы – приблизительно рассчитанное время работы сенсорного блока при непрерывной передаче радиосигнала. Моделируемый сенсорный блок состоит из:

- микроконтроллера Arduino Nano V3 (потребление 15 мА);
- радиомодуля, применяющего один из стандартов передачи данных;
- 9-осевого модуля датчиков позиционирования GY-9250 (потребление 15 мА);
- компактной аккумуляторной батареи (емкость 300 мАч).

6. Сравнение

В табл. 1 представлены сравнения:

- BLE 5.0 на примере радиомодуля BT832 производства компании BlueNor;
- Zigbee 3.0 на примере радиомодуля JN5148 производства компании Jennic;
- Z-Wave LR на примере радиомодуля ZM3102 производства компании Zensys;
- Wi-Fi 802.11ac на примере радиомодуля ESP8266 производства компании NodeMCU.

Данные для таблицы были взяты из источников [5 – 9].

Таблица 1

Сравнение параметров протоколов беспроводной передачи данных

Параметр \ Стандарт	BLE 5.0	ZigBee 3.0	Z-Wave LR	Wi-Fi 802.11ac
Частотный диапазон	2,4 ГГц	868 МГц 915 МГц 2,4 ГГц	869 МГц	2,4 ГГц 5 ГГц
Число каналов	40	1 10 16	3	13 23
Скорость	1 Мбит/с	20 кбит/с 40 кбит/с 250 кбит/с	100 кбит/с	433 Мбит/с
Дальность приема	20 м	30 м	30 м	50 м
Число подключаемых устройств	7–10	240	232	40–253 (зависит от MAC-адреса)
Потребление. Активная передача	7,5 мА	18 мА	36 мА	110 мА
Ориентировочное время работы сенсорного блока	11,3 ч	8,1 ч	5,5 ч	2,3 ч

Из данных таблицы можно сделать выводы, что Z-Wave имеет очевидную защищенность от помех, создаваемых устройствами Wi-Fi, Bluetooth и другим оборудованием, работающим в диапазоне

2,4 ГГц. Однако, наличие лишь трех рабочих каналов недостаточно для борьбы с помехами при появлении в диапазоне 869 МГц сторонних передающих устройств. К тому же сигнал на этой частоте имеет проблемы с преодолением физических препятствий. Так бетонное перекрытие толщиной 10 см ослабляет сигнал на 70%, наличие в таком перекрытии арматуры приводит к ослаблению уже на 95% [10]. Из-за жестких стандартов при сертификации новых устройств, доступность радиомодулей остается на низком уровне, как в отношении цены, так и наличия в продаже. Z-Wave не рекомендуется использовать в устройствах, где требуется отслеживать показания в режиме реального времени с разделением передающих и принимающих устройств несколькими помещениями.

ZigBee, будучи одноканальным решением, сложно эффективно бороться с помехами в перегруженном диапазоне 2,4 ГГц. Наиболее надежным предпологается использование частот диапазона 915 МГц, однако это приводит к осложнениям, аналогичным Z-Wave при проникновении сквозь препятствия. Ввиду низкой скорости передачи этого частотного диапазона, требуется избирательность к типу передаваемой биомеханической информации, необходимо компактное формирование пакетов данных.

Неоспоримым преимуществом Wi-Fi является его скорость и объемы возможной передаваемой информации, способность использования пока относительно свободного частотного диапазона 5 ГГц. Однако эти частоты требуют повышения энергопотребления для достаточной выходной мощности передатчика, чтобы поддерживать заданные высокие показатели скорости передачи данных. Рост циклов заряда батарей уменьшает их емкость, снижает отказоустойчивость оборудования. В связи с повышенным энергопотреблением и излучения радиоволн, которое может достигать до 200 мВт, использование приборов с применением стандартов Wi-Fi является возможным лишь краткосрочно. Также необходимо соблюдение доз электромагнитного излучения для минимизации вреда здоровью испытуемого или пациента.

BLE, в свою очередь, снабжен технологией Adaptive Frequency Hopping (адаптивной смены частоты) которая обеспечивает способность в ходе передачи данных динамически переключаться между 40 доступными каналами 1600 раз в секунду, избегая самых шумных и загруженных. Устойчивость радиосигнала возможно обеспечить в рамках одного или двух соседних помещений, в противном случае высока вероятность разрывов соединений. Применение в приборах BLE позволяет добиться большого времени автономной работы сенсоров. Использование такого прибора, например, для отслеживания движений частей тела в пространстве, может иметь лишь локальный характер, что вызвано ограниченным числом подключаемых устройств.

7. Заключение

Таким образом, в работе были рассмотрены современные стандарты беспроводной связи, позволяющих осуществлять передачу биомеханических данных. Проведенный анализ по необходимым критериям показал, что на данный момент стандарт BLE можно считать наиболее подходящим, поскольку он предоставляет устойчивую связь, обладает инструментарием для противодействия помехам и обеспечивает максимальную автономность. Тем не менее, в обозримом будущем ситуация будет ухудшаться, так как загруженность полосы 2,4 ГГц с каждым годом растет.

Библиографический список

1. Faludi R. Building Wireless Sensor Networks // O'Reilly Media, 2010. 320 с.
2. Технологии «Интернета вещей» для сетей ISM нелицензируемого диапазона частот. URL: <https://wireless-e.ru/standarty/ism-iot/> (дата обращения: 02.04.2022).
3. Обзор протокола Z-Wave. URL: <https://rus.z-wave.me/z-wave-knowledge-base/about-z-wave/z-wave-technical-overview> (дата обращения: 02.04.2022).
4. Выбор протокола для умного дома. URL: <https://smarthomegadget.ru/vybor-protokola-dlya-umnogo-doma-wi-fi-bluetooth-zigbee-ili-z-wave/#ZigBee> (дата обращения: 02.04.2022).
5. Bluetooth Low Energy: подробный гайд для начинающих. URL: <https://habr.com/ru/post/532298/> (дата обращения: 10.04.2022).
6. Дatasheet для BT832. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/968/DOC003968724.pdf> (дата обращения: 10.04.2022).

7. Даташит для JN5148. URL: <https://www.farnell.com/datasheets/425280.pdf> (дата обращения: 10.04.2022).

8. Даташит для ZM3102. URL: <https://www.chipfind.ru/static/pdf/zensys/zm3102n.pdf> (дата обращения: 10.04.2022).

9. Даташит для ESP8266. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/148/DOC001148263.pdf> (дата обращения: 10.04.2022).

10. Как устранить ошибки соединения в сети Z-Wave. URL: <https://superhome.pro/kak-ustranit-oshibki-soedineniya-v-seti-z-wave/> (дата обращения: 10.04.2022).

УДК 004.421.2

А. А. Горбунов

студент кафедры медицинской радиоэлектроники

А. Н. Мингалев – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель**СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ПОРОЖДАЮЩИХ И ПРОВЕРОЧНЫХ МАТРИЦ LDPC КОДА****Введение**

В современном мире нас окружает цифровая информация, которая передается по различным каналам связи. Но во время передачи возможны различные искажения, которые приводят к потере части информации. Поэтому необходимы способы, которые позволят информации в целости дойти до точки назначения. Таким способом является помехоустойчивое кодирование. В код добавляются проверочные биты, по которым можно определить какой переданный бит был искажен. Одним из таких кодов является код LDPC. В коде используются биты четности.

LDPC (Low-density parity-check codes) – линейные блочные коды с низкой плотностью проверок на четность, которые описываются проверочной матрицей, содержащей в основном нули и относительно малое количество единиц, обычно меньше 10, в строках и столбцах. Эта идея была описана Робертом Галлагером в 1963 г., однако из-за своей неоправданной сложности на то время, долгое время не находила применения. Эти коды были заново открыты М. Дэви и Д. Маккеем в 1990-х гг. Были предложены новые способы построения LDPC кодов с уменьшенной сложностью.

Целью данного исследования является создание программного продукта, способного сформировать порождающую и проверочную матрицу LDPC кода. В работе будет представлен алгоритм созданной программы, на основе которого формируются матрицы.

Структура кода и выбранный метод построения

Процедура кодирования состоит в перемножении вектора информационного сообщения длиной K на порождающую матрицу с размерностью $K \times N$, где N – требуемая длина кодового слова.

$$a = u \otimes G. \quad (1)$$

$1 \times N$ $1 \times K$ $K \times N$

Порождающая матрица состоит из двух частей: единичной матрицы и матрицы четности.

$$G = \begin{bmatrix} I & -P \\ K \times K & K \times (N-K) \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где P – матрица четности, а I – единичная матрица.

Единичная матрица нужна для того, чтобы код оставался систематическим, т. е. при формировании кодового слова информационное сообщение останется неизменным.

Матрица проверки на четность:

$$H = \begin{bmatrix} P^T & I \\ (N-K) \times K & (N-K) \times (N-K) \end{bmatrix},$$

где – транспонированная матрица четности.

Для создания LDPC матриц был выбран метод Редфорда Нила. Метод заключается в следующем. Необходимо создать матрицу, состоящую из нулей, а затем добавлять в нее единицы (работа выполнялась в поле Галуа (2), GF (2), с условием, что строчки не пересекаются более чем в 1 позиции. Это позволяет получить на выходе проверочную матрицу, в которой отсутствуют циклы длины 4.

После генерации разреженной проверочной матрицы, необходимо сформировать порождающую матрицу. Для этого воспользуемся методом Гаусса и приведем матрицу к стандартной форме, а затем получим матрицу под (2).

Важной характеристикой матрицы LDPC кода является отсутствие циклов определенной длины. Под циклами матрицы понимаются циклы в соответствующем графе Таннера, с помощью которого удобно описывать матрицы LDPC кода. Практика показывает, что при отсутствии циклов малой длины существенно улучшается процесс декодирования и уменьшается вероятность ошибки. В данной работе не исключаются циклы более высоких длин.

Блок-схема программного кода

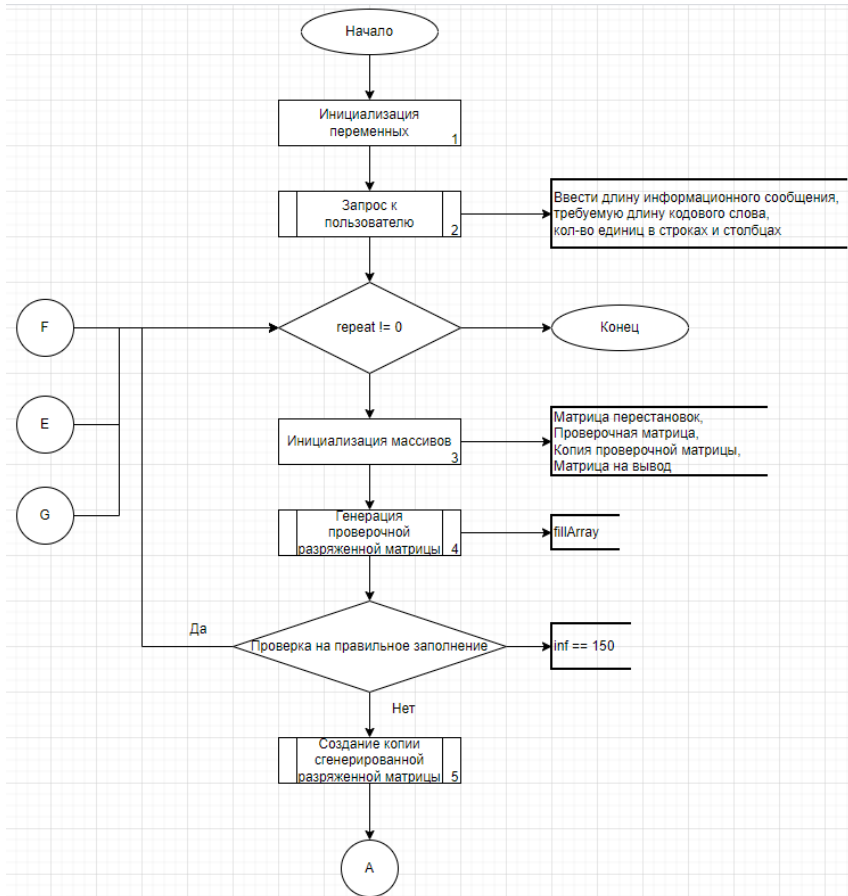


Рис. 1. Блок-схема функции main

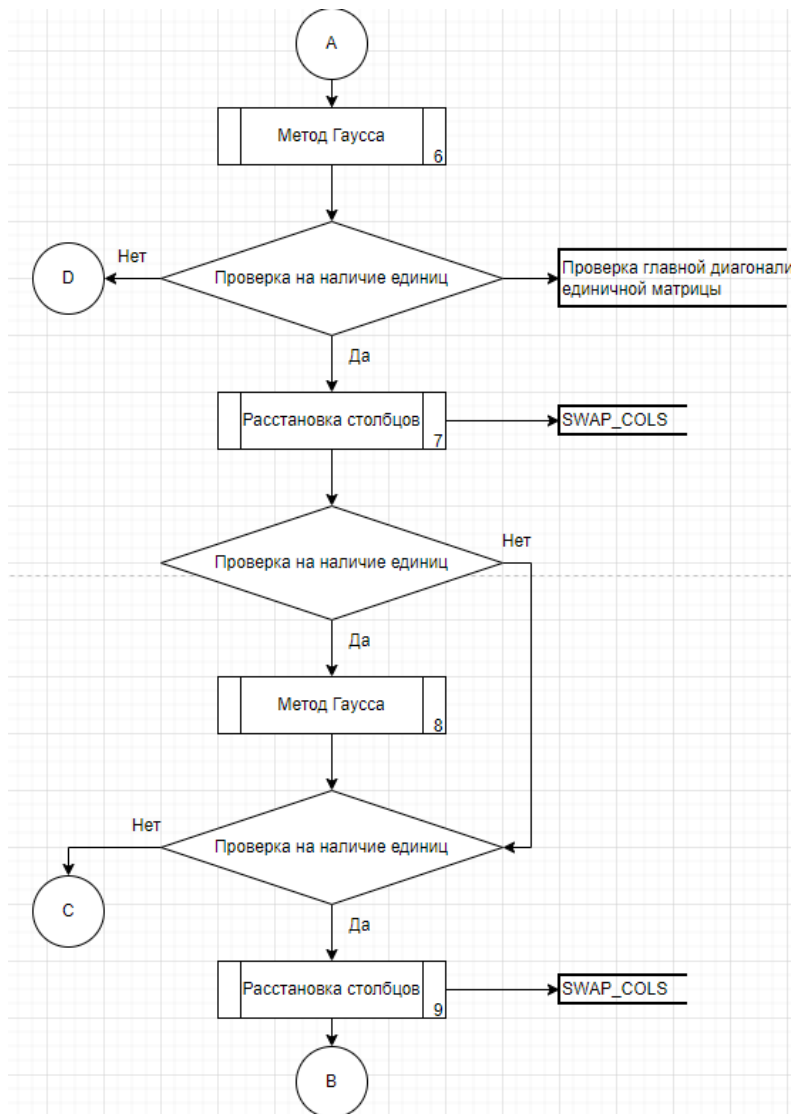
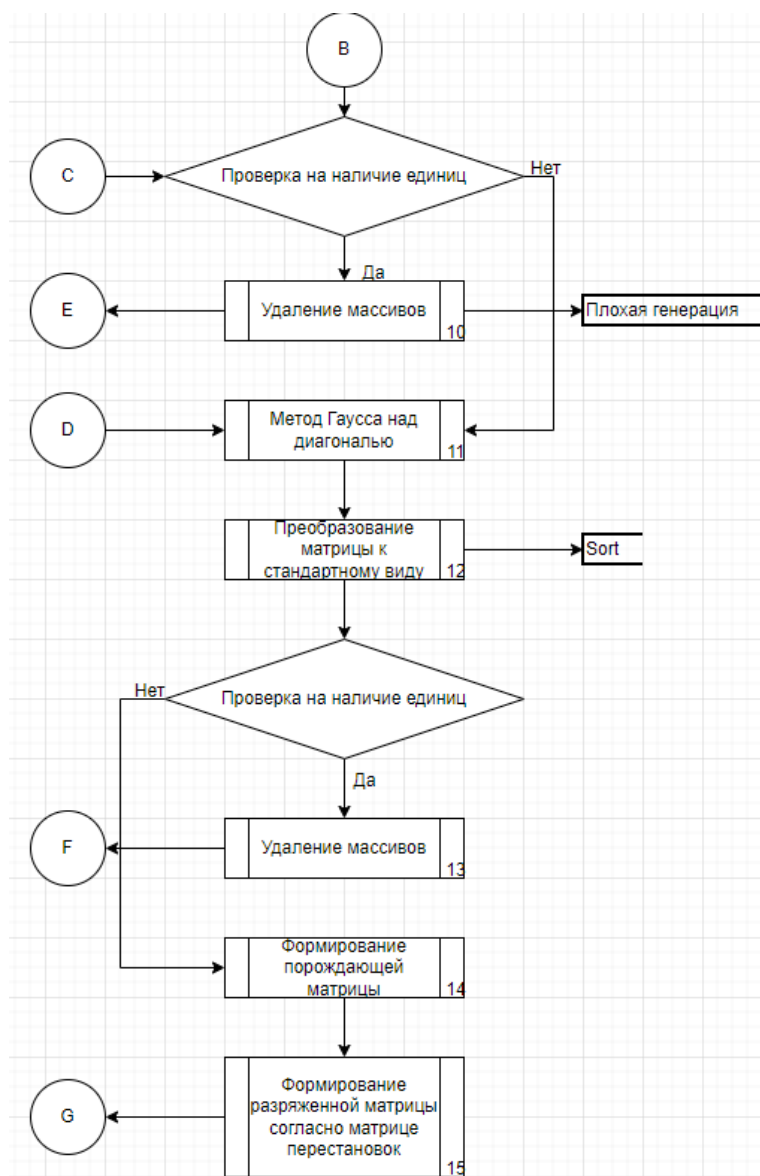


Рис. 2. Блок-схема функции main (продолжение)

Рис. 3. Блок-схема функции `main` (продолжение)

Пример матриц

```

[[0,1,0,0,1,0,0,0,1,1,0,0],
 [0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,0,1],
 [0,0,1,0,1,1,1,0,0,0,0,0],
 [0,0,0,1,1,0,0,1,0,0,1,0],
 [0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,1],
 [1,0,0,0,0,0,1,0,0,1,1,0],
 [1,1,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0],
 [1,0,0,1,0,1,0,0,1,0,0,0],
 [0,1,0,0,0,1,0,0,0,0,1,1]]

```

Рис. 4. Проверочная H-матрица

```

[[1,0,0,0,1,1,0,1,0,1,0,1],
 [0,1,0,1,0,1,1,1,0,1,0,0],
 [0,0,1,0,0,1,0,1,1,1,1,0]]

```

Рис. 5. Порождающая G-матрица

Заключение

В ходе исследования был создан программный продукт, способный формировать порождающие и проверочные матрицы LDPC кодов с заданными характеристиками, но программный продукт необходимо улучшать для увеличения эффективности матриц, а именно необходимо научиться исключать циклы более высоких длин.

Библиографический список

1. Галлагер Р. Коды с малой плотностью проверок на четность. М.: Мир, 1966. 144 с.
2. Хабр: цифровой ресурс. URL: <https://habr.com/ru/post/453086/> (дата обращения: 14.05.2022).
3. Github: цифровой ресурс: облачное хранилище. URL: <https://github.com/ISachainSAW/LDPC-encode> (дата обращения: 14.05.2022).

УДК 602

Д. С. Дашкевич

студент кафедры медицинской радиотехники

А. З. Яфаров – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННОЙ ГИПЕРТОНИИ

Основные понятия

Артериальной гипертонией или артериальной гипертензией называют стойкое повышение артериального давления от 140/90 миллиметров ртутного столба [1]. Артериальная гипертония – это актуальная проблема современного здравоохранения. Ее актуальность заключается в распространенности заболевания, в образовании сердечно-сосудистого риска и в повышении медико-экономических затрат. Гипертоническая болезнь – это наиболее распространенное заболевание сердечно-сосудистой системы. Повышение артериального давления является следствием сужения артерий или их более мелких ответвлений – артериол. Люди, чьи кровеносные сосуды постоянно сужены из-за спазма, приобретают утолщение стенок сосудов, и для преодоления сужений усиливается работа сердца. У таких людей, как правило, и развивается гипертония. Известно, что от четверти до трети населения планеты имеют повышенное артериальное давление [2].

Гипертоническая болезнь может не иметь симптоматики. Пациенты многие годы могут не знать о своей болезни, не предъявлять жалоб, иметь высокую жизненную активность, хотя иногда могут случаться приступы ухудшения самочувствия, выраженной слабости и головокружения. Симптоматика проявляется в тех случаях, когда поражаются органы-мишени, те органы, которые наиболее чувствительны к увеличению артериального давления. Далеко зашедшая стадия артериальной гипертонии может осложниться кровоизлиянием в мозг. Увеличение или гипертрофия левого желудочка сердца является одним из ранних признаков постоянно повышенного артериального давления. Гипертрофия левого желудочка является фактором риска развития сердечной недостаточности и внезапной смерти [3].

Стресс – это реакция организма на внешнее воздействие. Стресс проявляется в виде психологического и физического напряжения. Для возникновения стресса внешнее воздействие может представлять из себя затруднительные ситуации, монотонная деятельность, неприятная информация и эмоциональные факторы [4]. Стресс может вызывать негативные последствия для здоровья, однако стресс, как защитный механизм помогает приспособливаться к трудным ситуациям [5]. Стресс может являться фактором, влияющим на возникновение артериальной гипертонии [6].

Существует перечень рабочих мест, сопряженных со стрессовыми ситуациями, на которых рабочий персонал несет большую ответственность, и от своевременных действий которого зависят жизни и здоровье людей. Среди таких профессий могут быть водители, полицейские, операторы потенциально опасных производств, таких как атомные электростанции или химические производства, авиадиспетчеры и прочие [7].

Медицинское обследование при приеме на работу включает оценку сердечно-сосудистой деятельности, однако вне рабочего места, а именно – при отсутствии определенного набора стресс факторов. При этом повышенное давление может отсутствовать.

Кратковременный разовый стресс активирует выработку кортизона, адреналина и норадреналина, а также активирует работу клеток иммунной системы. Благодаря чему у человека на короткий промежуток времени:

- улучшается память;
- повышается уровень иммунитета;
- увеличивается скорость регенерации тканей;
- активируются интеллектуальные способности;
- повышается выносливость нервной системы;
- улучшается работа органов чувств.

В случае постоянного воздействия стрессовых факторов на человека, организм проходит через три стадии стресса. Первая стадия – стадия тревоги, вторая стадия – стадия сопротивления, третья стадия – стадия истощения или стадия дистресса.

Начало первой стадии происходит в тот момент, когда начинается воздействие фактора, вызывающего стресс и длится несколько минут. Затем наступает вторая стадия, ее длительность колеблется от нескольких часов и до нескольких суток и зависит от особенностей человека. Во время второй стадии человек занят поиском способов для избавления от ситуации, послужившей началу стресса. В том случае, если решить проблему не удастся и воздействие стрессового фактора продолжается, наступает третья стадия, и адаптивная способность организма истощается. Как следствие вредное воздействие стрессора перестает минимизироваться, в результате чего могут возникать психологические расстройства и признаки соматических заболеваний [8].

Стрессовый фактор может иметь системный и психический тип воздействия на человека. Примером системного типа воздействия могут быть инфекционное заболевание, травма, воспаление или экстремальная температура. Примером психического типа воздействия служат негативные эмоции и психические нагрузки.

К группе психических причин возникновения стресса относятся:

- профессиональная деятельность, связанная с повышенной ответственностью;
- сложные взаимоотношения в семье;
- конфликты, фобии, проблемы в общении, угрозы разного характера, трудноразрешимые проблемы, неблагоприятные социальные отношения в коллективе;
- нереализованные потребности, заниженная самооценка, перфекционизм;
- смена места жительства или работы, монотонный вид деятельности, развод, смерть близкого человека;
- информационная перегруженность;
- отсутствие отдыха достаточного для восстановления психики;
- психоземotionalная напряженность, вызванная риском, повышенной нагрузкой, новизной ситуации или ее неопределенностью.

Длительный стресс у мужчин и женщин вызывает одинаковые последствия. А именно – депрессию и соматические заболевания [8].

Соматическое заболевание – заболевание тела, является противоположностью психического заболевания. К соматическим заболеваниям относят болезни, которые вызываются нарушениями функционирования органов либо систем, а также внешними воздействиями [9].

К неизменяемым факторам риска относятся:

- наследственность: те люди, у которых родственники больны артериальной гипертензией, имеют предрасположенность к возникновению и развитию заболевания;
- мужской пол: мужчины заболевают артериальной гипертензией чаще женщин, обуславливается это тем, что у женщин больше гормона эстрогена, который препятствует развитию гипертонической болезни. Однако при наступлении климактерического периода действие эстрогенов подходит к концу и женщины чаще заболевают гипертонией.
- возраст: с увеличением возраста увеличивается частота АГ и уровня АД, чаще систолического.

К изменяемым факторам риска относятся:

- повышенная масса тела: она способствует увеличению риска развития артериальной гипертонии;
- малоподвижный образ жизни или гиподинамия: сидячий образ жизни способствует ожирению, что ведет к развитию гипертонии;
- употребление алкоголя: чрезмерное употребление алкоголя способствует артериальной гипертонии;
- употребление большого количества соли в пищу: употребление соли в количестве более чем 4,5 граммов в сутки способствует повышению давления.
- курение: приводит к спазму кровеносных сосудов, при систематическом курении артерии сужаются и становятся менее эластичными, это ведет к повышению артериального давления;

– стрессы: происходит активация симпатической нервной системы, которая выполняет функцию мгновенной активации систем организма, среди которых сердечно-сосудистая система. Также происходит выброс в кровь гормонов, которые вызывают спазм артерий. При систематическом воздействии стресса стенки кровеносных сосудов постоянно сужены и теряют эластичность, что ведет к развитию гипертонической болезни [6].

Стресс-индуцированная артериальная гипертензия возникает в результате избыточного эмоционального напряжения, которое возникает вследствие систематического воздействия на человека стрессовых факторов. Среди таких факторов может быть: напряженность во время соблюдения должностных обязанностей [10].

Профессиональный отбор – процедура, при которой происходит оценка профессиональной пригодности человека, соответствие состояние его здоровья установленным стандартам, изучение возможности овладения им определенной специальностью, достижение необходимого уровня мастерства и эффективного выполнения профессиональных обязанностей. В профессиональном отборе выделяют 4 компонента: медицинский, физиологический, педагогический и психологический.

Основная цель отбора – привлечь кандидатов с необходимым уровнем квалификации и достаточными личностными качествами, кандидатов способных решать ставящиеся перед ними задачи максимально эффективно. При профессиональном отборе определяется соответствие возможностей кандидатов условиям и особенностям работы на конкретной должности.

Результатом профессионального отбора должен стать выбор наиболее подходящего кандидата. При отборе предпочтение отдается соискателю, который более других кандидатов соответствует предъявляемым требованиям [11].

При профотборе на должности, сопряженные с риском для жизни и здоровья граждан, необходимо исследование кандидата на способность выполнять конкретную профессиональную деятельность, без повышения уровня стресса до значений, ведущих к появлению гипертонии.

Критерием оценки уровня стресса может выступать вариабельность сердечного ритма. Время между двумя ударами сердца не является фиксированным. Сердечно-сосудистая система, доставляя кислород и питательные вещества к органам и тканям, постоянно подстраивается под нужды организма, поэтому частота сокращений сердца постоянно колеблется. Вариабельность сердечного ритма или R-R интервалом называется разницей между двумя последовательными сердечными сокращениями. ВСР имеет больший уровень значений в состоянии покоя по сравнению с состоянием стресса. ВСР отражает баланс нервной системы [12].

Вегетативная нервная система человека состоит из двух частей: симпатической и парасимпатической.

Симпатическая нервная система – часть вегетативной нервной системы. При активации симпатической нервной системы происходит возбуждение сердечной деятельности, а также усиливаются обменные процессы. Парасимпатическая нервная система – часть вегетативной нервной системы, связанная с симпатической нервной системой и функционально ей противопоставляемая, поддерживает гомеостаз. Гомеостаз – стремление системы восстанавливать утраченное равновесие, преодолевать сопротивление внешней среды. Благодаря вариабельности сердечного ритма возможна оценка взаимодействия между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы [13].

В момент воздействия стресса происходит активация симпатической нервной системы, и уменьшение вариабельности сердечного ритма.

Восстановление после стресса представляет собой увеличение активности парасимпатической нервной системы, что ведет к увеличению ВСР.

Частота сердечных сокращений может варьироваться в зависимости от возраста и индивидуальных особенностей человека. ЧСС ниже, когда человек находится в спокойном, расслабленном состоянии, повышается при стрессе, физической и эмоциональной активности.

При стрессовых ситуациях дыхание человека становится прерывистым и поверхностным. Это связано с активацией симпатической нервной системы, активация которой характеризуется напряжением систем организма [14].

Техническим компонентом биотехнической системы, осуществляющим получение данных от биологического объекта, является спиреоартериокардиограмма или сокращенно САКР. Благодаря

прибору САКР становится возможным отслеживать состояние сердечно-сосудистой системы в момент воздействия стрессовым фактором. Наличие измененного дыхания, уменьшенная вариабельность сердечного ритма, учащенный пульс, а также поударное измерение артериального давления позволят получить данные, на основании которых становится возможным говорить о наличии артериальной гипертонии в моменты воздействия стрессовых факторов.

Гипотеза заключается в том, что медицинское обследование при приеме на работу кандидата может включать в себя предлагаемый метод определения стресс-индуцированной гипертонии у кандидата, как фактора, ухудшающего здоровье работника, увеличивающего вероятность возникновения инфаркта и инсульта, и повышающего вероятность развития опасных ситуаций, связанных с профессией. Предлагаемая методика позволит выявлять наличие стресс-индуцированной гипертонии, как негативного фактора при определении профпригодности кандидата при приеме на работу.

Разработка методики определения стресс-индуцированной гипертонии

Для проведения экспериментов по выявлению стресс-индуцированной гипертонии разрабатывается программа, оказывающая стрессовое воздействие на испытуемого. В качестве стрессовых факторов выступают изображения, видеозаписи и звуковое сопровождение. Производится регистрация показателей деятельности ССС в состоянии покоя и при воздействии стрессовых факторов. В том случае, если показатели говорят о наличии стресса, и обнаруживается увеличение давления выше допустимых значений, можно говорить о стресс-индуцированной гипертонии.

Сравнение неинвазивных методик оценки состояния сердечно-сосудистой системы

Рассмотрены методики исследования состояния сердечно-сосудистой системы в медицинском компоненте профотбора на должности, связанные с риском для жизни и большой ответственностью.

Далее приводится сравнение четырех не инвазивных методик оценки состояния сердечно-сосудистой деятельности.

Таблица 1

Аналоги

Название аналога	Достоинства	Недостатки
Измерение ЭКГ и АД для оценки состояния сердечно-сосудистой системы в данный момент времени	<ul style="list-style-type: none"> – простота методики; – отсутствует необходимость в дополнительном оборудовании; – возможность производить оценку состояния сердечно-сосудистой системы в текущий момент; – возможность производить оценку состояния сердечно-сосудистой системы мобильной бригадой 	<ul style="list-style-type: none"> – невозможность оценить скрытые патологии сердечно-сосудистой системы
Холтеровское мониторирование ЭКГ и СМАД (суточное мониторирование артериального давления)	<ul style="list-style-type: none"> – возможность проследить изменение показателей деятельности сердечно-сосудистой системы во время бытового распорядка дня; – возможность выявить те патологии, которые могут быть не выявлены во время разовой регистрации ЭКГ и АД; – возможность выявить фактор, оказывающий влияние на изменение деятельности сердечно-сосудистой системы, основываясь на журнале, заполняемом испытуемым 	<ul style="list-style-type: none"> – необходимость иметь в наличии специальное оборудование; – необходимость интерпретации результатов регистрации; – в том случае, если речь идет о стрессе, то фактор, вызывающий изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы, определяется только на основе ощущений самого испытуемого

РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И СВЯЗЬ

Название аналога	Достоинства	Недостатки
Велозргометрия	– возможность выявления скрытой коронарной недостаточности благодаря регистрации показателей во время физической активности	– необходимость иметь в наличии специальное оборудование; – необходимость в интерпретации результатов регистрации; – невозможность оценить реакцию на стрессовое воздействие эмоционального и психического характера
Разрабатываемая методика определения стресс-индуцированной гипертонии	– возможность выявления стресс-индуцированной гипертонии благодаря регистрации показателей во время воздействия стрессовыми факторами	– необходимость иметь в наличии специальное оборудование; – необходимость в интерпретации результатов регистрации

Актуальность разработки методики определения стресс-индуцированной гипертонии

Среди применяемых методик диагностики состояния сердечно-сосудистой системы при проведении медицинской части профотбора отсутствует методика, направленная на распознавание стресс-индуцированной гипертонии. При обследовании другими методиками, данный вид гипертонии может быть не выявлен, так как он проявляется при наличии стресса. Наиболее схожей методикой является велозргометрия, так как в ней исследуется реакция сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки, которые также являются стресс фактором. Однако в тех случаях, когда отсутствуют показания для проведения велозргометрии, но специальность подразумевает наличие постоянного эмоционального и психического стресса, необходима проверка наличия стресс-индуцированной гипертонии, как фактора, повышающего риски развития сердечно-сосудистых заболеваний и кризисов, которые способны вывести из работоспособного состояния сотрудника и привести к трагедии.

Заключение

Произведен обзор взаимосвязи стресса и деятельности сердечно-сосудистой системы. Приведено сравнение не инвазивных методик оценки состояния сердечно-сосудистой системы. Обоснована актуальность разработки методики определения стресс-индуцированной гипертонии.

Библиографический список

1. Фролова Е. В. Артериальная гипертензия. СПб.: ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России, 2016. 6 с.
2. Kearney P, Whelton M, Reynolds K. Worldwide prevalence of hypertension: a systematic review // *Hypertens*. 2004. № 22. P. 9–11.
3. Ускова О. В., Соболев К. О. Гипертрофия левого желудочка сердца: диагностика, последствия и прогноз. СПб.: Национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, 2012. 4 с.
4. Selye H. What is Stress? URL: <https://www.pacdeff.com/pdfs/What%20is%20Stress.pdf> (дата обращения: 16.04.2022).
5. Китаев-Смык Л. А. Организм и стресс: стресс жизни и стресс смерти. СПб.: Смысл, 2019. 23 с.
6. Кобалава Ж. Д., Конради А. О. Артериальная гипертензия у взрослых: клинические рекомендации, 2020. С. 7–11.
7. Эльгаров А. А., Муртазов А. М. Медицина труда лиц опасных профессий. М.: Медицина, 2017. С. 2–5.
8. Афанасьева Д. В. Стрессы: гормоны стресса. Самара: СамГТУ, 2017. С. 51–53.
9. Альпысова А. Р., Суббота Ю. В. // *Медицинские науки. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017. № 11. С. 37–39.

10. Остроумова О. Д., Кочетков А. И. Артериальная гипертония на рабочем месте как вариант стресс-индуцированной артериальной гипертонии. М.: ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова» Минздрава России, 2018. С. 1–4.
11. Измеров Н. Ф. Профессиональный отбор в медицине труда. М.: Медицина, 2006. С. 1–4.
12. Дорохов Е. В., Горбатенко Н. П. Системный анализ variability сердечного ритма у студентов в условиях информационного стресса и корректирующие возможности спелеоклиматотерапии. М.: Вестник, 2012. С. 2–4.
13. McCorry L. K. Physiology of the Autonomic Nervous System. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1959222/> (дата обращения: 17.04.2022).
14. Hansel A., von Kanel R. The ventro-medial prefrontal cortex: a major link between the autonomic nervous system, regulation of emotion, and stress reactivity? // BioPsychoSocial Medicine. 2008. № 2. P. 3–4.

УДК 602

И. С. Доржиева

студент кафедры медицинской радиотехники

А. З. Яфаров – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЛАКСИРУЮЩЕЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Основные понятия

Дыхательная практика – это комплекс определенных продолжительностей вдохов и выдохов, а также возможно задержек дыхания после вдохов и/или выдохов. Дыхательные практики широко используются для стабилизации психоэмоционального состояния человека [1, 2].

Практика пранаямы – контроль дыхания с целью перехода из возбужденного состояния в более спокойное. Воздействие большинства дыхательных практик обусловлено действием механизма насыщения крови кислородом [3].

Известно, что сердечно-сосудистые функции контролируются факторами нервной системы, температурой, гормонами и рядом других факторов [4]. Из них основными являются факторы нервной системы, при этом особое значение имеют факторы вегетативной нервной системы, которая играет важную роль в поддержании и регулировании сердечных функций, например, систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) [4]. Самочувствие и ощущения человека напрямую связаны с работой вегетативной нервной системы (ВНС), которая передает нервные сигналы от мозга к внутренним органам.

ВНС состоит из симпатического и парасимпатического отделов, которые регулируют реакцию на внешние события. Первый преобладает во время стресса, второй – когда человек спокоен и ослаблен. Существует возможность влиять на ВНС с помощью дыхания [4].

При частом дыхании ускоряется сердцебиение, увеличивается количество поступающего в кровь кислорода и незначительно повышается тонус всех скелетных мышц. Так тело мобилизуется для адекватной реакции на раздражитель. Когда дыхание замедляется, в крови растет концентрация углекислого газа. Это на клеточном уровне расширяет стенки сосудов и дает гипоталамусу, продолговатому мозгу и стволу сигнал ослабить тонус мускулатуры.

Дыхательные практики широко используются в йоге и различных релаксационных методиках [5]. Многочисленные исследования указывают на сильную связь между вегетативной нервной системой (например, снижение блуждающей активности или повышение симпатической активности) и внезапной и не внезапной сердечной смертью [5, 6, 7]. Актуальность работы обуславливается высоким уровнем заболеваний сердечно-сосудистой системы и необходимостью проведения различных исследований в данной области.

Ученые из Стэнфордского университета в 2017 г. определили небольшую группу нейронов, которые связывают происходящее в центре управления дыханием мозга со структурой, ответственной за генерацию возбуждения по всему мозгу [8].

Исследование основано на сведениях, что крошечный кластер нейронов, связывающих дыхание с расслаблением, вниманием, волнением и тревогой, расположен глубоко в стволе мозга [8]. Этот кластер, расположенный в области, которая была названа кардиостимулятором дыхания, был обнаружен у мышей соавтором исследования. Впоследствии эквивалентная структура была идентифицирована у людей [9], и именно на анализе связи деятельности нервной и дыхательной систем с данной позиции будет проводиться исследование.

Классификация существующих методов

В основном исследования в данной области делятся на две категории: физиологические и клинические. Физиологические показатели, оцениваемые с помощью различных дыхательных практик, включают нейрокогнитивные оценки, психофизиологические изменения, дыхательные, биохимические и метаболические параметры. Также существуют исследования влияния дыхательных практик на па-

циентов с гипертонией, сердечными аритмиями, бронхиальной астмой, туберкулезом, раком, сахарным диабетом, реабилитацией после инсульта, тревогой и болью [10].

В 2014 г. были проведены исследования влияния скорости дыхания 5,5 вдохов в минуту на вариабельность сердечного ритма (ВСР), которая иллюстрирует подверженность организма стрессу [11]. Исследование подтвердило, что такая дыхательная практика повышает ВСР, что благотворно влияет на организм.

Особый интерес представляет работа [12], содержащая обзор актуальных сведений в области применения дыхательных практик, по данным экспериментальных работ, тематических исследований и статей на английском языке, раскрывающих эффекты дыхательных практик, размещенных на агрегаторах научных статей PubMed, PubMed Central и IndMed. В данной работе было рассмотрено в общей сложности 1400 источников. Большинство рассмотренных литературных источников указывает на благотворное влияние дыхательных техник, как в физиологических, так и в клинических условиях. Были выявлены благоприятные эффекты дыхательных практик на нейрокогнитивные, психофизиологические, дыхательные, биохимические и метаболические функции у здоровых людей. Они также были признаны полезными в управлении различными клиническими состояниями [5].

Человеческое дыхание – единственная физиологическая система, находящаяся под контролем как вегетативной, так и соматической нервной системы [3]. Эффекты регуляции дыхания на модуляцию вегетативных функций широко изучались для возможности дальнейшего использования в различных исследованиях [5]. Исследования по йоговскому дыханию, оценивающие вегетативные функции, включают различные меры оценки, такие как артериальное давление (АД) – систолическое (САД) и диастолическое (ДАД), частота сердечных сокращений (ЧСС), вариабельность сердечного ритма (ВСР), частота дыхания (ЧД), гальваническое кожное сопротивление, частота пульса и т. д. С помощью этого оценивались как краткосрочные, так и долгосрочные эффекты различных дыхательных практик [5].

Среди многообразия дыхательных практик можно выделить три типа: практики с манипуляциями ноздрями, практики, основанные на изменении скорости дыхания, и комбинированные практики.

Рассмотрим исследования, основанные на практиках первого типа. Исследование, проведенное на восьми здоровых добровольцах, продемонстрировало увеличение ЧСС после дыхания через правую ноздрию, что указывает на симпатическую активацию [13]. Рандомизированное контрольное испытание (РКИ) с тремя группами с использованием ВСР в качестве меры вегетативной активности показало симпатическое возбуждение в группе, где испытуемые дышали через правую ноздрию, тогда как показатели, представляющие парасимпатическую активность, увеличились в группе, где испытуемые дышали через левую ноздрию, после шестинедельного проведения эксперимента [14]. Экспериментальное РКИ, проведенное с участием двенадцати человек, показало, что двадцатиминутное альтернативное дыхание через ноздри увеличивает электрическую активность кожи (ЭАК), что указывает на парасимпатическую активность. Хотя не было значительных изменений в тестах АД или легочной функции, исследование продемонстрировало эффективность такого дыхания в обеспечении парасимпатического сдвига вегетативных функций в течение короткого промежутка в одну неделю [15].

Было обнаружено, что Надишуддхи Пранаяма (разновидность йогической дыхательной практики – вдох через левую ноздрию, выдох через правую и наоборот) со скоростью одного вдоха в минуту усиливает синусовую аритмию и снижает низкочастотный компонент ВСР [16]. Это также уменьшило среднюю частоту дыхания, подтверждая парасимпатический сдвиг ВНС. Другое исследование показало, что Надишуддхи Пранаяма по пятнадцать минут в день в течение четырех недель увеличивала пиковую скорость выдоха и пульсовое давление, а также снижала ЧСС, ЧДД, ДАД у здоровых людей [17]. Тренировка Надишуддхи Пранаямы вместе с задержкой дыхания в течение четырех недель выявила снижение исходного уровня ЧСС, САД и ДАД, что было связано с повышенным тонусом блуждающего нерва и снижением симпатической активности [18]. Шесть вариаций дыхания через ноздрию на сердечно-сосудистые параметры и время реакции у двадцати испытуемых показали, что девять циклов Надишуддхи, дыхание левой ноздрей приводит к снижению АД и ЧСС, тогда как дыхание правой ноздрей приводило к их увеличению. При обычном дыхании изменений не обнаружено. Время реакции бы-

ло снижено после практики дыхания через правую ноздрю. Изменения были связаны с тем, что ноздря использовалась для вдоха, а не для выдоха [19].

Теперь рассмотрим исследования с использованием дыхательных практик второго типа, связанных с модуляцией темпа дыхания. Темп дыхания изменяет значения показателей сердечно-сосудистой системы. Экспериментальное исследование [20], оценивающее влияние очень медленного дыхания со скоростью один вдох в минуту в течение двадцати минут на факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний, показало резкие изменения гемодинамических показателей, таких как ударный индекс, ЧСС, сердечный индекс, конечно-диастолический индекс, пиковая скорость, фракция выброса, индекс грудной жидкости, индекс сократимости, коэффициент систолического времени, индекс акселерации, а также систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление, индекс системного сосудистого сопротивления. Эти изменения указывают на то, что дыхание в медленном темпе с внутренней задержкой дыхания может влиять на кардиореспираторный центр ствола мозга, регулирующий волны Майера.

Другое исследование, проведенное на семнадцати испытуемых, продемонстрировало увеличение чувствительности барорефлекса после медленного дыхания с уджайи пранаямой (разновидность йогической дыхательной практики – быстрый вдох, медленный выдох). Снижение АД и повышение ЧДД были максимальными, когда испытуемые практиковали медленное дыхание с равным вдохом и выдохом с частотой шесть вдохов в минуту [21]. Исследование, сравнивающее тренировки быстрой и медленной пранаямы в течение трех месяцев, выявило повышение парасимпатической активности и снижение симпатической активности в группе медленного дыхания в конце периода проведения эксперимента, тогда как в группе быстрого дыхания не наблюдалось значительных изменений вегетативных функций [22]. РКИ с тремя группами, в котором приняли участие девяносто молодых студентов-медиков, в которых сравнивались результаты обучения медленной и быстрой пранаяме в течение трех месяцев, показало снижение воспринимаемого стресса как в группе быстрой, так и в группе медленной пранаямы. Сердечно-сосудистые перемены, а именно ЧСС, САД и ДАД снижаются только в группе медленной пранаямы. Группа быстрой пранаямы не показала значительных изменений сердечно-сосудистых показателей [23].

Другие дыхательные практики. Недавнее исследование с использованием ВСР продемонстрировало парасимпатическую отстраненность во время практики Бхрамари Пранаямы (разновидность йогической дыхательной практики, когда необходимо издавать звук «ммм» на выдохе), которая вернулась к норме после завершения практики [24]. Студенты-медики показали снижение уровня стресса после практики комбинации практик пранаямы по одному часу в день, пять дней в неделю в течение двух месяцев [25]. Расслабление, достигаемое благодаря практике пранаямы, использовалось для уменьшения беспокойства перед экзаменами и улучшения результатов тестов у ста семи аспирантов. РКИ показало, что после практики пранаямы в течение семестра только 33,3% участников испытывали высокую тревожность перед экзаменом по сравнению с 66,67% в контрольной группе. Участники группы пранаямы также имели более высокие баллы при выполнении теста, чем контрольная группа [26].

Дальнейшее развитие. Все вышеперечисленные исследования были проведены со снятием биологических данных в контрольных точках до, во время и после экспериментов. Предполагается, что исследование с непрерывной записью необходимых показателей, позволит произвести наиболее точную оценку эффективности влияния релаксирующих дыхательных практик на показатели деятельности сердечно-сосудистой системы.

Исследования проводятся при помощи комплекса «Спироартериокардиоритмограф» (САКР, ЗАО ИНКАРТ, г. Санкт Петербург) [27]. САКР позволяет поударно регистрировать частоту сердечных сокращений, артериальное кровяное давление с последующим усреднением этих показателей на каждый дыхательный цикл, а частота дыхания и дыхательный объем регистрируются для каждого дыхательного цикла.

Основными анализируемыми параметрами являются: частота дыхания (ЧД) и минутный объем дыхания (МОД), величина систолического давления (САД), величина диастолического давления (ДАД), величина пульсового давления (ПД) и их вариабельность (ВСД, ВАД, ВПД), частота сердечных сокращений (ЧСС) и вариабельность сердечного ритма (ВСР).

Измеряемые критерии являются общепризнанными для задач кардиологии. Однако только с помощью САКР представляется возможным определить ряд этих показателей на каждом сердечном сокращении.

Для проведения исследования требуется разработать алгоритм оценки эффективности релаксационной дыхательной практики на показатели деятельности сердечно-сосудистой системы. Во время реализации проекта для раскрытия сути происходящих явлений необходимо описать содержание предлагаемой методики, иными словами провести статическое описание, а также произвести динамическое описание. На основе полученной информации построить математическую модель зависимости параметров деятельности сердечно-сосудистой системы от показателей дыхания, построить функциональную модель по стандарту IDEF0 для ясного отражения пошагового выполнения целевой функции с учетом входных, выходных параметров и ограничений. Также необходимо построить алгоритмическую модель, которая наглядно представит описание процессов в виде блок-схем. Далее необходимо построить программную модель, например, в среде разработки MatLab, выполнить объектно-ориентированное описание динамических процессов моделируемой системы в виде классов с описанием атрибутов и методов и подвести итоги на этом этапе работы.

Заключение

Произведен обзор существующих исследований и методов исследований по оценке влияния дыхательных практик на вегетативную нервную систему. Выявлены их особенности, позволившие составить классификацию методов по исследуемым показателям и по типам дыхательных практик. Были выделены физиологические изменения в зависимости от разных дыхательных практик. Произведенный анализ позволил выявить потребность в разработке новой методики для повышения качества оценки эффективности релаксационной дыхательной практики на показатели деятельности сердечно-сосудистой системы и намечено основное направление ее разработки.

Библиографический список

1. Акежева А. И., Бостанова С. Н. Эмоциональный стресс и пути выхода из деструктивного состояния // Традиции и инновации в психологии и социальной работе, 2020. № 3. С. 7–14.
2. Омеляненко В. И. Комплексная интегрированная методика динамической медитации с дыханием буддистов при невротических реакциях. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-integrirovannaya-metodika-dinamicheskoy-meditatsii-s-dyhanie-buddistov-pri-nevroticheskikh-reaktsiyah> (дата обращения: 15.04.2022).
3. Тететнев Ф. Ф. Новый горизонт клинической физиологии дыхания, физиологии других систем и физиологии в целом // Фундаментальные исследования. 2012. № 2. С. 138–142.
4. Клаучек С. В. Клиточенко Г. В. Возможности повышения стрессустойчивости с использованием управляемого ритма дыхания // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2012. № 41. С. 65–67.
5. Muralikrishnan K, Balakrishnan B, Balasubramanian K, Visnegarawla F. Measurement of the effect of Isha Yoga on cardiac autonomic nervous system using short-term heart rate variability // J Ayurveda Integr Med. 2016. № 10. P. 91.
6. Vaseghi M., Shivkumar K. The Role of the Autonomic Nervous System in Sudden Cardiac Death // Prog Cardiovasc Dis. 2008. № 50. P. 404–419.
7. Fukuda K., Kanazawa H. Cardiac Innervation and Sudden Cardiac Death. URL: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/circresaha.116.304679> (дата обращения: 16.04.2022).
8. Официальный сайт отделения Stanford University School of Medicine. URL: <https://med.stanford.edu/news/all-news/2017/03/study-discovers-how-slow-breathing-induces-tranquility.html> (дата обращения: 06.04.2022).
9. Yang C. Efferent projections of excitatory and inhibitory preBötzing Complex neurons. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cne.24415> (дата обращения: 16.04.2022).
10. Sengupta P. Health impacts of yoga and pranayama: a state-of-the-art review // Int J Prev Med. 2012. № 3. P. 444–458.
11. AvinashSaoji A., Raghavendra B. R., Manjunath N. K. Effects of yogic breath regulation: A narrative review of scientific evidence // Journal of Ayurveda and Integrative Medicine. 2019. № 8. P. 50–58.
12. Shannahoff-Khalsa D. S., Kennedy B. The effects of unilateral forced nostril breathing on the heart // Int J Neurosci. 2013. № 5. P. 47–60.

13. Pal G. K., Agarwal A., Karthik S., Pal P., Nanda N. Slow yogic breathing through right and left nostril influences sympathovagal balance, heart rate variability, and cardiovascular risks in young adults // *N Am J Med Sci*. 2014. № 4. P. 145–151.
14. Turankar A. V., Jain S., Patel S. B., Sinha S. R., Joshi A. D., Vallish B. N. Effects of slow breathing exercise on cardiovascular functions, pulmonary functions & galvanic skin resistance in healthy human volunteers – a pilot study // *Indian J Med Res*. 2013. № 9. P. 916–921.
15. Jovanov E. On spectral analysis of heart rate variability during very slow yogic breathing // *Eng Med Biol Soc*. 2015. № 15. P. 2467–2470.
16. Upadhyay Dhungel K., Malhotra V., Sarkar D., Prajapati R. Effect of alternate nostril breathing exercise on cardiorespiratory functions // *Nepal Med Coll J*. 2018. № 10. P. 25–27.
17. Bhargava R., Gogate M. G., Mascarenhas J. F. Autonomic responses to breath holding and its variations following pranayama // *Indian J Physiol Pharmacol*. 2018. № 32. P. 257–264.
18. Bhavanani A. B., Ramanathan M., Balaji R., Pushpa D. Differential effects of uninostril and alternate nostril pranayamas on cardiovascular parameters and reaction time // *Int J Yoga*. 2014. № 11. P. 60–65.
19. Shannahoff-Khalsa D. S., Sramek B. B., Kennel M. B., Jamieson S. W. Hemodynamic observations on a yogic breathing technique claimed to help eliminate and prevent heart attacks: a pilot study // *J Altern Complement Med*. 2014. № 4. P. 757–766.
20. Mason H., Vandoni M., Debarbieri G., Codrons E., Ugargol V., Bernardi L. Cardiovascular and respiratory effect of yogic slow breathing in the yoga beginner: what is the best approach? // *Evid Based Complement Altern Med*. 2013. № 3. P. 741–743.
21. Pal G. K., Velkumary S., Madanmohan A. Effect of short-term practice of breathing exercises on autonomic functions in normal human volunteers // *Indian J Med Res*. 2016. № 7. P. 115–121.
22. Sharma V. K., Trakroo M., Subramaniam V., Rajajeyakumar M., Bhavanani A. B., Sahai A. Effect of fast and slow pranayama on perceived stress and cardiovascular parameters in young health-care students // *Int J Yoga*. 2016. № 6. P. 104–110.
23. Nivethitha L., Manjunath N. K., Mooventhan A. Heart rate variability changes during and after the practice of bhramari pranayama // *Int J Yoga*. 2017. № 9. P. 99–102.
24. Pramanik T., Sharma H. O., Mishra S., Mishra A., Prajapati R., Singh S. Immediate effect of slow pace bhastrika pranayama on blood pressure and heart rate // *Medicine*, 2019. № 10. P. 65–69.
25. Nematı A. The effect of pranayama on test anxiety and test performance // *Int J Yoga*. 2013. № 5. P. 55–60.
26. Официальный сайт института кардиологической техники Инкарт. URL: <https://www.incart.ru/production/sakr-i/> (дата обращения: 18.04.2022).

УДК 531/534

А. В. Кишиш

студент кафедры медицинской радиоэлектроники

О. В. Тихоненкова – кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой – научный руководитель**БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНЕВРИЗМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

Цереброваскулярные заболевания- группа заболеваний головного мозга, обусловленных патологией церебральных сосудов с нарушением мозгового кровообращения. Проблема скорости обнаружения аневризмы на ранней стадии и определение вероятности ее разрыва имеет высокую значимость во многих странах мира. Сосудистая патология головного мозга имеет значительную летальность и распространенность.

Согласно статистике Росстата в 2020 г. в Российской Федерации зарегистрировано заболеваний головного мозга – 6408 тысяч человек, в том числе с диагнозом, установленным впервые в жизни – 1004 тысяч человек [1].

Церебральные аневризмы – патологические расширения основных артерий головного мозга, они встречаются у 5% населения. В основном аневризмы у взрослых не имеют клинических проявлений, однако при больших размерах аневризмы риск неврологических осложнений возрастает, в структуре которых первое место занимает разрыв.

Несмотря на то, что наука и медицина с каждым годом продвигается вперед, диагностика аневризм чаще происходит случайным образом, из-за недостатка клинических проявлений. При отсутствии должного лечения вероятен летальный исход, причиной которого является разрыв аневризмы. Операционное вмешательство не дает гарантию от рисков возможных осложнений. В настоящее время не теряют актуальность вопросы обнаружения аневризмы на ранней стадии и определение критических давлений для разрыва.

Цель работы: биомеханическое исследование аневризмы при различных давлениях.

Задачи работы:

1. Построить содержательную модель.
2. Построить компьютерную модель.
3. Провести анализ напряженно-деформированного состояния аневризмы при различных состояниях в SolidWorks.

Кровоснабжение головного мозга формируется из двух бассейнов: каротидного и вертебробазилярного [2].

Каротидный бассейн (рис. 1) образуется двумя сонными артериями и их ветвями и осуществляет кровоснабжение 80% головного мозга. Постоянными из них являются передняя мозговая и средняя мозговая артерии, задняя соединительная артерия, передняя ворсинчатая артерия.

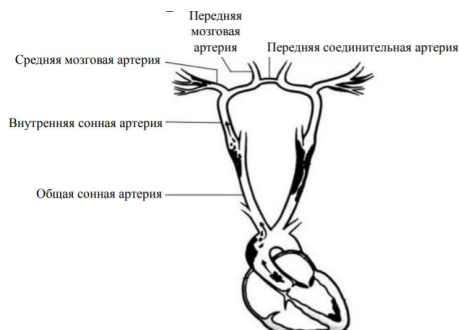


Рис. 1. Каротидный бассейн

Аневризма артерий головного мозга (церебральная, внутричерепная аневризма) – это деформация церебральных артерий в виде выпячивания их стенки в месте истончения.

Существует множество классификации аневризм: по форме, по величине, по количеству камер, по локализации.

По локализации:

- на передней мозговой – передней соединительной артериях (45%);
- на внутренней сонной артерии (26%);
- на средней мозговой артерии (25%);
- на артериях вертебро-базиллярной системы (4%);
- множественные аневризмы – на двух и более артериях (15%).

Для построения компьютерной модели были использованы программы Mimics Medical 21.0, 3-matic Medical 13.0, Solidworks. Геометрические модели черепа и мозга построены на основе снимков МРТ головы с помощью программы Mimics Medical и обработаны в программе 3-matic.

В программе Solidworks с помощью элементов построена компьютерная модель сосудов головного мозга (рис. 2): две передних мозговых артерии и передняя соединительная артерия.

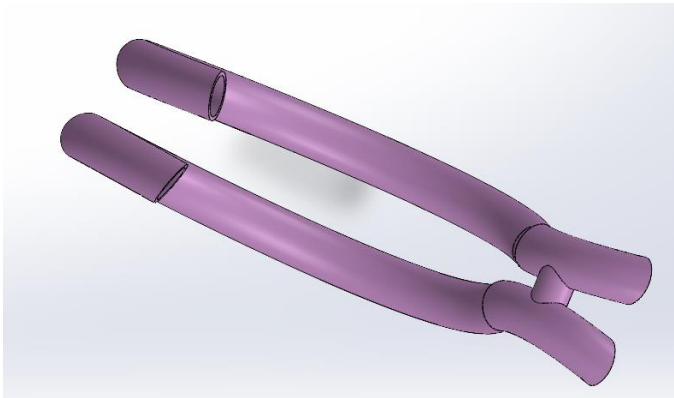


Рис. 2. Компьютерная модель сосудов головного мозга

После построения сосудов сопрягаем с моделями черепа и мозга (рис. 3).

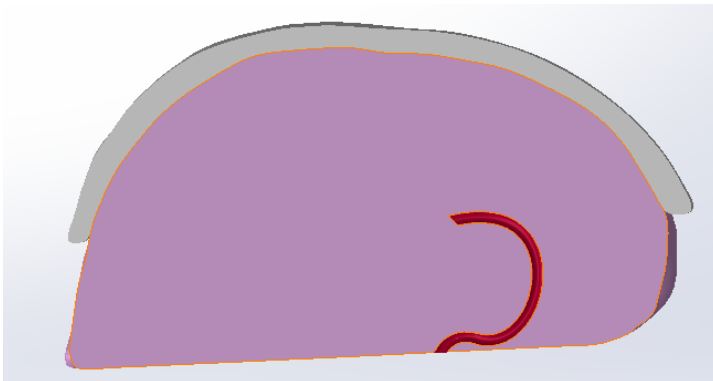


Рис. 3. Компьютерная модель головы с сосудами в разрезе

Дальнейшее развитие

Далее требуется построить компьютерную модель аневризмы и исследовать ее напряженно-деформированное состояние.

Заключение

С помощью современных методов визуализации была построена компьютерная модель головы на основе МРТ снимков (мозг и череп), в программе SolidWorks построены сосуды головного мозга: две передних мозговых артерии и передняя соединительная артерия головного мозга.

Библиографический список

1. Здравоохранение в России. 2021: стат. сб. // Росстат. М., 2021. 171 с.
2. Петрухин А. С. Детская неврология: учебник: в 2 т. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. Т. 1. 560 с.
3. Аневризмы головного мозга. URL: <https://neurosklif.ru/Diseases/Aneurysms> (дата обращения: 19.04.2022).

УДК 53.087.4

К. В. Ярмаль

студент кафедры медицинской радиоэлектроники

Т. В. Сергеев – доцент, кандидат биологических наук – научный руководитель

СИСТЕМА ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ МЭМС-АКСЕЛЕРОМЕТРОВ И ГИРОСКОПОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЛОЖЕНИЯ И ДВИЖЕНИЙ ШЕИ ЧЕЛОВЕКА.

1. Актуальность в медико-биологическом аспекте

Многие проблемы со здоровьем человека могут быть связаны с плохой проходимостью электрических импульсов в шейном отделе, и так как это довольно хрупкая часть человека то нарушить эти проводимости довольно просто [1]. Не правильное положение головы или шеи может значительно повлиять на проводимость крови в мозг человека, ведь без нее он не получает кислород, а, следовательно, не способен работать полноценно.

В медицинских учреждениях устройств, которые могут отслеживать положение головы в пространстве и передавать данные врачу нет. Не существует специально разработанных многоцветных датчиков и способа крепления датчиков к шее пациента на длительное время, при этом человек должен свободно передвигаться, а данные передаваться к лечащему врачу или записываться на носитель информации.

В предыдущей статье был выбран IMU-сенсор MPU-9250, подходящий по параметрам, а также определен модуль GY-9250 для подключения этого сенсора.

Чтобы создать такие датчики и крепление необходимо определиться из каких компонентов они будут состоять и определить существующие способы крепления датчиков к пациенту. Для этого надо провести обзор имеющихся решений, определиться с достоинствами и недостатками, и выбрать самые подходящие.

2. Актуальность выбранных технических решений

Для контроля за осанкой и положением головы будут разработаны носимые датчики на основе микроэлектромеханических систем (МЭМС) датчиков. МЭМС позволяют уменьшать размеры и потребление электричества создаваемых датчиков, ведь устройство планируется быть носимым на долгое время, без подзарядки и большого количества проводов. Для того, чтобы определить положение шеи в пространстве необходимы МЭМС-датчики на основе акселерометра и гироскопа.

Для преобразования сигнала с IMU-сенсора будет использоваться микроконтроллер небольшого размера. Платформа пользуется огромной популярностью во всем мире благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду. Устройство программируется через USB без использования программаторов.

Для передачи данных на мобильное устройство пациента будет использоваться радио модуль bluetooth не большого размера. Такой модуль поможет избавиться от лишних проводов.

3. Цель и задачи

Цель – создание системы датчиков для отслеживания положения головы.

Задачи:

- рассмотреть модель крепления датчиков;
- рассмотреть существующие методы крепления датчиков к коже пациентов;
- рассмотреть структурную схему датчика;
- выбрать элементную базу;
- смоделировать датчик положения шеи на основе выбранных элементов;
- создать систему крепления датчиков к пациенту.

4. Описание модели крепления

Расположение датчиков на пациенте должно быть разумным, с точки зрения данных, полученных с них. Они должны крепиться в одну линию вдоль позвоночника на равном расстоянии друг от друга.

Для того, чтобы информация, получаемая от датчиков, была полезна необходима трехточечная модель крепления датчиков к пациенту, показанная на рис. 1. Она позволяет в полной мере отслеживать положение и движение шеи человека. Данные с датчиков будут передаваться на передающее устройство с помощью технологии bluetooth, или записываться на носимое пациентом устройство для хранения информации.

Такая трехточечная модель, представленная на рисунке, позволит отслеживать положение головы с ее сгибами и наклонами. А так как расстояние между ними равные то программное обеспечение по движениям датчиков сможет рассчитать смещения шеи в ту или иную сторону.

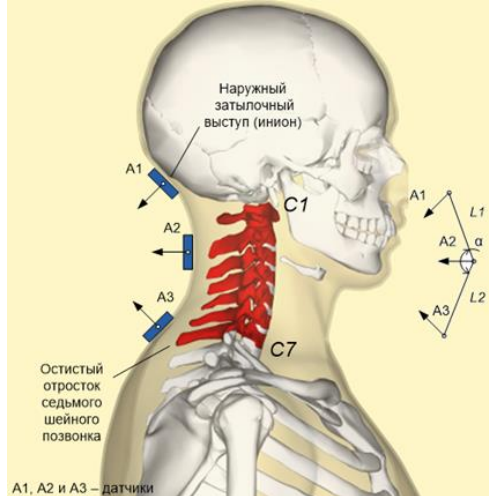


Рис. 1. Схема расположения датчиков

5. Методы крепления

1. Хлопковые ленты с клеевой основой – кинезиотейпы, тейпы.

Плюсы:

– гипоаллергенный клеевой состав сводит к минимуму возможность развития аллергической реакции;

– эластичность – тканевые ленты не сковывают движений и не причиняют дискомфорта;

– долговечность: держатся до семи дней;

– тейп выполнен из хлопка: под ним кожа будет дышать;

– не боится воды.

Минусы:

– может возникнуть проблема с отклеиванием.

2. Самофиксирующиеся бинты.

Плюсы:

– идеальный вариант для тех, кто по тем или иным причинам не может использовать обычные пластыри / тейпы (например, аллергия на клеевой состав или сильное раздражение);

– натуральная тканевая основа;

– нет проблем со снятием с кожи.

Минусы:

– принцип фиксации основан на прижати гаджета к коже – это менее надежно, чем при использовании других средств;

– датчик будет находиться на шее, нельзя плотно закрепить.

3. Спрей-клей.

Плюсы:

- удобно и просто использовать;
- экономичность: одного пузырька клей-спрея хватает надолго (на год и дольше);
- не нужно дополнительно заклеивать кожу куском пластыря;
- ничто не сковывает движений.

Минусы:

- возможность аллергической реакции;
- может возникнуть проблема с отклеиванием.

4. Большие пластыри.

Плюсы:

- удобно и просто использовать;
- гипоаллергенный клеевой состав сводит к минимуму возможность развития аллергической реакции;

– эластичность – большие пластыри не сковывают движений и не причиняют дискомфорта.

Минусы:

- может возникнуть проблема с отклеиванием;
- не так экономично, как с тейпами.

5. Налобная эластичная повязка.

Плюсы:

- удобно и просто использовать;
- идеально подходит для головы
- никакой аллергии;
- безразмерность – подойдет любому.

Минусы:

- может использоваться только для крепления головного датчика;
- датчик может выпасть от плохого натяжения;
- должен использоваться с другим видом, например, клеєм.

Из представленных вариантов самыми удобными являются тейпы, спрей-клей и повязка на лоб, которые можно использовать совместно.

6. Структурная схема датчика

Как видно из рис. 2, датчик состоит из IMU-сенсора, микроконтроллера, bluetooth модуля и источника питания.

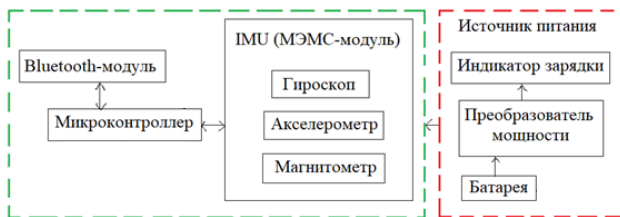


Рис. 2. Структурная схема датчика

IMU-модуль отвечает за измерения движений с помощью гироскопа и акселерометра.

Микроконтроллер отвечает за преобразование сигнала от IMU модуля для передачи через bluetooth модуль.

Bluetooth модуль передает данные с датчика на приемник или телефон пациента, который в свою очередь передает данные лечащему врачу.

Все это запитывается от источника питания.

7. Элементная база

Для создания датчиков необходимы элементы не большого размера и с небольшим электропотреблением, так как это носимые устройства.

В табл. 1 представлены элементы, подходящие по таким параметрам, данные для этой таблицы были взяты из источников [3 – 7].

Таблица 1

Элементная база

НАЗВАНИЕ	Назначение	Напряжение, В	Размер, см
NRF24L01	Радиомодуль bluetooth	1,8	1,6×2,9×1,1
ARDUINO PRO MINI	Микроконтроллер	3,3	1,8×3,3×0,3
МОДУЛЬ GY-9250	Гироскоп-акселерометр	2,5	1,6×2,5×0,3
LP502035	Аккумулятор	3,7	2×3,5×0,5
A-BLOCK MODEL: 4.1	Аккумулятор	14,4	7×7,3×1,8

Для создания датчиков был выбран радиомодуль NRF24L01 обладающий небольшим весом, габарит

ами и напряжением питания.

Был выбран микроконтроллер ARDUINO PRO MINI, за его простоту настройки и управления.

IMU модуль представлен модулем GY-9250 построенным на IMU сенсоре MPU-9250.

Блок питания приставлен двумя аккумуляторами LP502035 и A-BLOCK MODEL: 4.1. Первый обладает массой 8 грамм и 300 мАч, второй 200 грамм и 2200 мАч.

8. Модель датчика

Полный датчик будет представлять из себя небольшую коробочку размерами $22\pm 5 \times 35\pm 5$ мм, либо $6\pm 5 \times 33\pm 5$ мм, как это показано на рис. 3 и 4.

Отличия заключаются в том, что большие блок питания и радио модуль могут быть отдельно от микроконтроллера и модуля, правда при этом придется добавить в конструкцию провода. Но появится возможность использования большого аккумулятора A-BLOCK MODEL: 4.1 большой емкости, что дает большую автономность.

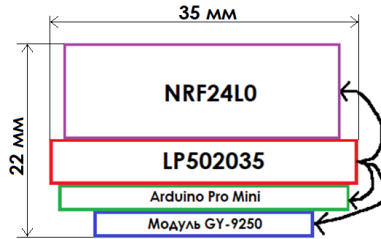


Рис. 3. Полный датчик

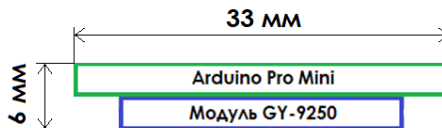


Рис. 4. Датчик без аккумулятора и радиомодуля

9. Схема крепления датчиков

На рис. 5 представлена разработанная схема крепления датчиков на основе тейпа, спрей-клея и эластичной повязки. Клей наносится на кожу в районе наружного затылочного выступа, в районе остистого отростка 7 шейного позвонка и посередине между этими двумя точками. К ним приклеиваются датчики, а затем 1-й датчик обтягивают эластичной повязкой, а 2-й и 3-й приклеивают тейпом. Возможна дополнительная фиксация за счет еще одного тейпа, как это показано на рис. 6.

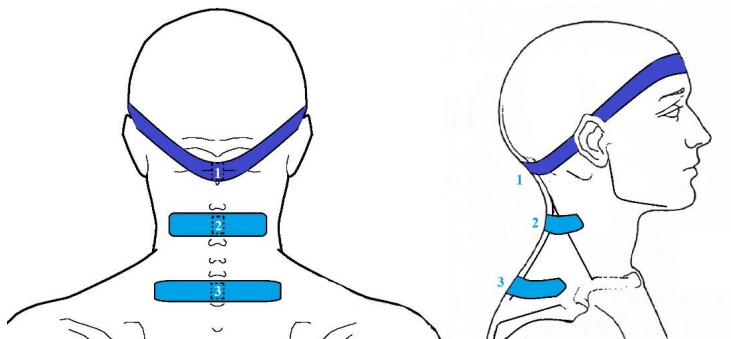


Рис. 5. Схема крепления датчиков

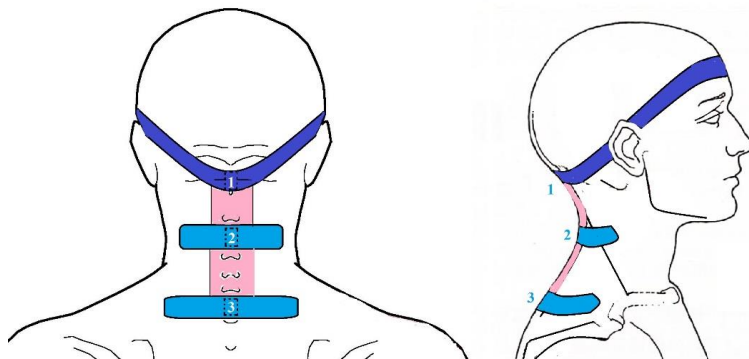


Рис. 6. Схема крепления датчиков с дополнительным креплением

Заключение

Таким образом, в работе была рассмотрена трехточечная модель крепления датчиков к пациенту, рассмотрены существующие методы крепления датчиков к коже, рассмотрена структурная схема датчика. Была выбрана элементная база, смоделирован датчик положения шеи на основе выбранных элементов и создана схема крепления датчиков к пациенту.

Библиографический список

1. Nishimune H, Shigemoto K. Practical Anatomy of the Neuromuscular Junction in Health and Disease. *Neurol Clin.* 2018, May. 36 (2). С. 231–240. Doi: 10.1016/j.ncl.2018.01.009. PMID: 29655446; PMCID: PMC5903580.

2. Datasheet для NRF24L01. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/106/DOC001106332.pdf> (дата обращения: 15.04.2022).
3. Datasheet для ARDUINO PRO MINI. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1651152459&tld=ru&lang=en&name=Arduino%20Pro%20Mini%20Datasheet.pdf> (дата обращения: 15.04.2022).
4. Datasheet для модуля GY-9250. URL: <https://kulibin.su/catalog/radiodetaili/arduino-moduli/datchiki-arduino/giroskop-akselerometr-magnitometr-mpu-9250.html> (дата обращения: 15.04.2022).
5. Datasheet для LP502035. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1651153442&tld=ru&lang=en&name=LP502035.pdf> (дата обращения: 15.04.2022).
6. Datasheet для A-BLOCK MODEL: 4.1. URL: <https://www.chipdip.ru/product/a-block-model-4.1> (дата обращения: 15.04.2022).

УДК 53.084

М. В. Ярмаль

студент кафедры медицинской радиоэлектроники

Т. В. Сергеев – кандидат биологических наук, доцент – научный руководитель

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЛОЖЕНИЯ И ДВИЖЕНИЯ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА

1. Актуальность в медико-биологическом аспекте

Нарушение подвижности в шеи – двигательные расстройства, которые выражаются в ограничении движений головой и нестабильности шейного отдела позвоночника. Проблема может быть врожденной – внутриутробный порок развития костных тканей или приобретенной, возникать из-за травм позвоночника, остеохондроза, сдавливания позвоночной артерии [1].

Постановку диагноза «остеохондроз шейного отдела» затрудняют низкая специфичность симптомов и большое разнообразие их проявлений, а также узкий спектр инструментальной диагностики [2].

Самое эффективное лечение – предупреждение заболевания. В этом поможет постоянный мониторинг правильного положения головы с помощью специально разработанного прибора.

2. Актуальность выбранных технических решений

Существующие устройства, определяющие положение в пространстве, постепенно внедряются в медицину. Есть серьезная элементная база, однако нет специально сформированного аппаратно-программного комплекса для постоянного мониторинга положения головы, который бы позволял диагностировать проблемы в шейном отделе позвоночника человека. Решение заключается в создании мобильного компактного устройства, включающего в себя системы слежения на основе современных датчиков: гироскопов, акселерометров.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полностью разработанной мобильной системы для мониторинга положения, движений и наклонов головы человека в ортопедии и функциональной диагностике.

3. Цель и задачи

Цель работы заключается в разработке структурной схемы устройства и описании оптимальной элементной базы для каждого блока аппаратно-программного комплекса для мониторинга положения и движений головы человека.

Задачи:

- разработка структурной схемы мобильного аппаратно-программного комплекса;
- разработка структуры цифровых и аналоговых блоков аппаратно-программного комплекса;
- описание элементов в каждом блоке аппаратно-программного комплекса.

4. Общая структурная схема устройства для мониторинга положения, движений и наклонов головы человека

Была разработана структурная схема устройства для мониторинга положения, движений и наклонов головы человека.

Устройство включает в себя следующие функциональные блоки:

- датчики движения на основе МЭМС с аккумулятором для автономной работы;
- блок агрегации и беспроводной передачи данных;
- блок обработки и анализа данных, который представляет из себя персональный компьютер (ПК) с необходимым для анализа данных программным обеспечением (ПО);
- средство отображения информации.

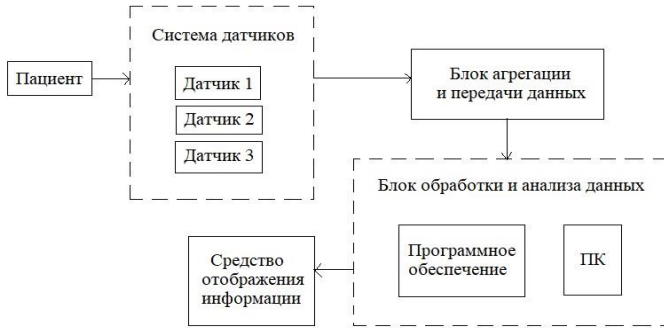


Рис. 1. Структурная схема для мониторинга положения, движений и наклонов головы человека

5. Трехточечная система датчиков

Для определения расположения структур шейного отдела позвоночника человека следует использовать взаимное расположения датчиков (трехточечная система).

Данные с акселерометра и гироскопа будут поступать с датчика А1, который располагается на наружном затылочном выступе, и датчика А2, который располагается на уровне позвонков С2-С3 (на равном расстоянии от А1 и А3). Датчик А3, имея свое расположение на уровне позвонка С7, будет использоваться как начало отсчета для системы.

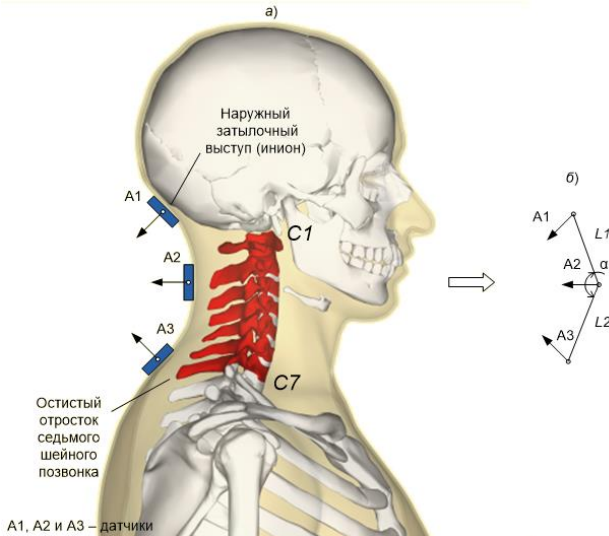


Рис. 2. Трехточечная система датчиков

6. Датчик положения и движений

Для реализации мониторинга положения, движений и наклонов головы человека в разработанном устройстве предполагается использование датчиков на основе акселерометра и гироскопа.

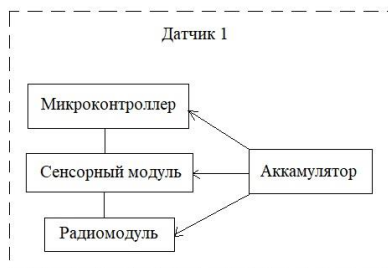


Рис. 3. Структурная схема датчика положения и движений

Устройство датчика разрабатываемой системы подразумевает небольшой размер, автономное питание и быструю передачу данных. Для этого датчик будет входить:

- микроконтроллер, для сбора данных с сенсорного модуля и передачи в радиомодуль на отправку;
- сенсорный модуль, для отслеживания параметров движений;
- радиомодуль, для передачи пакетов данных по радиоканалу;
- аккумулятор, для автономного питания элементов.

Для получения данных с шеи человека были выбраны МЭМС-датчики, которые обладают небольшими размерами, низкими уровнями шумов и электропотребления.

Инерциальные измерительные модули (IMU, Inertial Measurement Unit) – устройства основанные на многоосевой комбинации высокостабильных гироскопов, акселерометров, магнетометров и датчиков давления [3].

Оптимальным был выбран миниатюрный IMU-сенсор MPU-9250 и модуль GY-9250 для его подключения, обладающий небольшими размером и стоимостью [4].

В качестве аппаратной платформы устройства беспроводной передачи данных выбран микроконтроллер Arduino Pro Mini [5].

Наиболее удобным способом подключения микроконтроллера к ПК является Bluetooth – технология через радиомодуль nRF24L01 [6].

Автономное питание элементов осуществляется за счет аккумулятора LP502035 [7].

Таблица 1

Элементная база для датчика положения и движений

Элемент	Назначение	Реализация	Причина выбора
Микроконтроллер	Сбор данных с сенсорного модуля и передачу в радиомодуль на отправку	Arduino Pro Mini	Маленькие габариты. Небольшое энергопотребление
Сенсорный модуль	Отслеживание параметров движений	Модуль GY-9250 с IMU-сенсором MPU-9250	Маленькие габариты. Низкая стоимость.
Радиомодуль	Передача пакетов данных по радиоканалу	Радиомодуль nrf24l01 (по стандарту bluetooth)	Маленькие габариты. Небольшое энергопотребление
Аккумулятор	Автономное питание элементов	LP502035	Маленькие габариты. Достаточная мощность

7. Блок агрегации и передачи данных

Принципиальным требованием к разрабатываемому устройству является необходимость мониторинга в реальном масштабе времени. Вследствие этого основными условиями к каналу связи с ПК являются: минимальная потеря информации и обеспечение необходимого быстродействия.

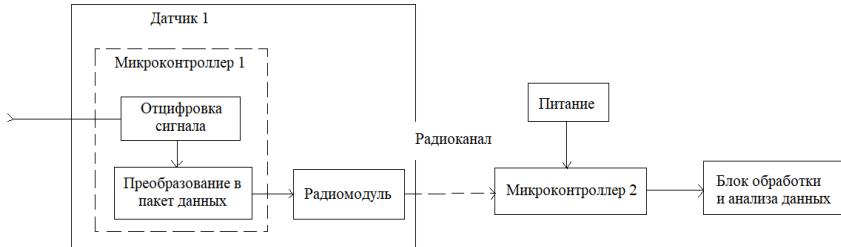


Рис. 4. Структурная схема блока агрегации и передачи данных

Датчик отслеживает положение головы в пространстве с помощью сенсоров. Далее через микроконтроллер 1 происходит оцифровка данных и преобразование их в пакет данных, который переходит на встроенный радиомодуль. По радиоканалу пакеты данных передаются в основной микроконтроллер 2, где осуществляется агрегация пакетов, их преобразование и восстановление. Собранные данные передаются на персональный компьютер (ПК) для последующей обработки.

8. Блок обработки и анализа данных

Данный блок включает в себя ПК с необходимым для анализа данных программным обеспечением, выполняет основную функцию обработки данных.

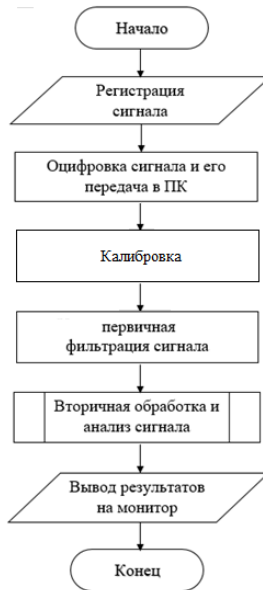


Рис. 5. Алгоритм обработки и анализа данных

В качестве ПК может использоваться ноутбук.

Программа ПК осуществляет чтение данных со скоростью 7200 бит/с, фильтрацию, обработку, отображение на экран и сохранение.

Блок непрерывно получает от датчиков данные в виде последовательности значений.

Для анализа данных была использована среда MATLAB, которая сочетает возможности калькулятора с очень большим набором функций, среды разработки и отладки программного обеспечения на так называемом М-языке программирования.

При создании носимой системы датчиков перед разработчиком всегда встает проблема очищения сигнала от помех. Помеха может быть вызвана самой двигательной активностью, непроизвольным сокращением мышц и другими причинами.

Был разработан алгоритм обработки и анализа данных.

Для достижения максимальной точности измерений нужно откалибровать акселерометр и гироскоп. Калибровка акселерометра позволяет выставить «ноль» для вектора силы тяжести, а калибровка гироскопа уменьшает его «дрифт», т. е. статическое отклонение в режиме покоя. Идеально откалиброванный и лежащий горизонтально датчик должен показывать ускорение ~ 16384 по оси Z и нули по всем остальным осям ускорения и угловой скорости [8].

Для первичной фильтрации сигнала была выбрана комбинация цифрового экспоненциального фильтра, который предоставляет собой линейный БИХ-фильтр нижних частот, и медианного фильтра, для борьбы с высокочастотными и импульсными помехами [9].

Вторичная фильтрация будет производиться в зависимости от классификации сигналов в зависимости от движения головы.

В качестве средства отображения информации может выступать обычный монитор компьютера или ноутбука.

Заключение

Для эффективного определения параметров взаимного расположения структур шейного отдела позвоночника человека и постоянного мониторинга положения, движений и наклонов головы человека требуется носимая мобильная система с небольшими габаритами, устойчивым потоком передачи данных и существенным временем работы автономно.

Разработана структурная схема для аппарата мониторинга положения и движений головы человека и всех его блоков.

Приведены данные взаимного расположения датчиков (трехточечная система) для определения расположения структур шейного отдела позвоночника человека.

Выбрана элементная база для всех блоков разрабатываемого устройства.

Библиографический список

1. Невралгия шейного отдела: симптомы и методы лечения. URL: <https://nervovnet.com/nevralgiya-shejnogo-otdela-03/> (дата обращения: 11.04.2022).
2. Складенко О. В., Сорокинов В. А. Общая характеристика больных с остеохондрозом шейного отдела позвоночника с синдромом «Шейя – верхняя конечность» Acta Biomedica Scientifica, 2017. № 6 (118). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschaya-harakteristika-bolnykh-s-osteohondrozom-sheynogo-otdela-pozvonochnika-s-sindromom-sheya-verhnyaya-konechnost> (дата обращения: 11.04.2022).
3. Гуртов В. А., Беляев М. А., Бакшеева А. Г. Микроэлектромеханические системы. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2016. 171 с.
4. Гироскоп – акселерометр – магнитометр GY-9250. URL: <https://www.chipdip.ru/product/0/8009337913> (дата обращения: 11.04.2022).
5. Arduino Pro Mini. URL: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardProMini> (дата обращения: 11.04.2022).
6. NRF24L01, Радиомодуль 2,4 ГГц, скорость передачи до 2 мегабит. URL: <https://www.chipdip.ru/product/nrf24l01> (дата обращения: 11.04.2022).
7. Спецификация на Li-pol аккумулятор. Тип аккумулятора: 3,7 В 300 мАч. URL: <https://www.chipdip.ru/product/robiton-lp502035> (дата обращения: 11.04.2022).

8. Коберниченко В. Г. Основы цифровой обработки сигналов: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. 150 с.
9. Анисимов С. Ю. Цифровые фильтры в SCADA. URL: http://www.pmg.org.ru/asutp/scada_filter.pdf (дата обращения: 11.04.2022).

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Проблемно-ориентированные вычислительные комплексы

УДК 519.1

А. П. Акимова

студентка кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЕГЭ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ C++

Условие задачи

Как-то поздним вечером усталый кондуктор в автобусе решил посчитать скольких пассажиров он сделал счастливыми. По традиции он записал в свою тетрадь номер первого выданного билета, который представляет собой некое шестизначное число (123456), а продал он всего 900 билетов. Нужно вычислить номер последнего проданного билета и количество счастливых билетов. Счастливым билетом по мнению кондуктора считается билет, сумма первых трех цифр номера которого равна сумме последних трех цифр. Кондуктор решил посоветоваться с водителем. Тот сказал, что он неправильно считает. Надо так: сумма цифр на четных местах должна быть равна сумме цифр на нечетных местах. Погрустнел кондуктор и пошел домой считать. Задача: посчитать сколько счастливых билетов продано по методу кондуктора (а), по методу водителя (б), по методу кондуктора и водителя одновременно (в), сколько не счастливых билетов (г).

Решение задачи. Математическая модель

Для того чтобы узнать номер последнего проданного билета, нужно к номеру первого билета прибавить 899 ($123456+899=124355$).

а) Посчитаем количество счастливых билетов по методу кондуктора. В промежутке [123456;124355] первые две цифры номера билета не изменяются, третье число увеличивается на один. Таким образом, мы получаем два варианта исполнения первых трех цифр номера билета: 123***, 124***. Для первой вариации сумма первых трех чисел равна 6 ($1+2+3=6$), для второй 7 ($1+2+4=7$).

Числа, доступные для использования в том или ином случае находятся из суммы двух неизвестных чисел на 4-м и 6-м местах. Максимальным числом является сумма этих двух неизвестных. Набор начинается с нуля и продолжается до максимально возможного в конкретном случае.

Так как сумма последних трех цифр первого билета больше суммы первых трех цифр ($4+5+6=15>6=1+2+3$), то числа, стоящие при первой вариации на 4-м месте: 5, 6, 7, 8, 9. При комбинации 1235** на 5-м месте могут стоять числа 1, 0, т. е. варианта всего два, и для каждого на 6-м месте свое соответствующее число (для 1 – 0, для 0 – 1). При 1236** на 5-м месте только 0 и на 6-м тоже 0, соответственно здесь всего один вариант. У комбинаций 1237**, 1238**, 1239** нет вариантов, так как $7+*+*, 8+*+*, 9+*+*$ заведомо больше суммы первых трех чисел номера (6).

При второй комбинации на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3. Так как сумма последних трех цифр номера последнего билета больше суммы первых трех цифр ($3+5+5=13>7=1+2+4$), то все варианты при второй комбинации, на 4-м месте которых стоит цифра 3 входят в искомую сумму. При 1240** на 5-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, при этом каждому варианту соответствует только одно число из набора, которое стоит на 6-м месте, значит всего восемь вариантов. При 1241** на 5-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, при этом каждому варианту соответствует только одно число из набора, которое стоит на 6-м месте, значит всего семь вариантов. При 1242** на 5-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, при этом каждому варианту соответствует только одно число из набо-

ра, которое стоит на 6-м месте, значит всего шесть вариантов. При 1243** на 5-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, при этом каждому варианту соответствует только одно число из набора, которое стоит на 6-м месте, значит всего пять вариантов.

Посчитаем сумму всех вариантов: $2+1+8+7+6+5=29$. Таким образом, по методу кондуктора он продал 29 счастливых билетов.

б) Найдем количество счастливых билетов по методу водителя. В промежутке [123456;124355] первые две цифры номера билета не изменяются, третье число увеличивается на один. Таким образом, мы получаем два варианта исполнения первых трех цифр номера билета: 123***, 124***. Очевидно, что сумму цифр на нечетных местах нужно дополнить только одним числом, стоящим на 5-м месте, а четных двумя числами, стоящими на 4-м и 6-м местах. Удобнее перебирать если ставить число сначала на 5-е, а потом уже на все остальные.

Числа, доступные для использования в том или ином случае находятся из суммы двух неизвестных чисел на 4-ом и 6-ом местах. Максимальным числом является сумма этих двух неизвестных. Набор начинается с нуля и продолжается до максимално возможного в конкретном случае.

Для первой вариации, чтобы узнать с какого числа начинать, нам нужно сделать так, чтобы на 5-м месте было такое число, при котором на 4-м месте может быть значение 4 или больше. Таким образом числами, которые могут быть на 5-м месте являются 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. При 123^*3^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, но при 0, 1, 2, 3, 4 полученная комбинация будет меньше первого номера билета, поэтому подходит только 5, значит всего один вариант. При 123^*4^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, но при 0, 1, 2, 3, 4 полученная комбинация будет меньше первого номера билета, поэтому подходят только 5, 6, причем каждому числу соответствует одно значение, стоящее на 6-м месте, значит вариантов всего два. При 123^*5^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, но при 0, 1, 2, 3, 4 полученная комбинация будет меньше первого номера билета, поэтому подходят только 5, 6, 7, причем каждому числу соответствует одно значение, стоящее на 6-м месте, значит вариантов всего три. При 123^*6^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, но при 0, 1, 2, 3 полученная комбинация будет меньше первого номера билета, поэтому подходят только 4, 5, 6, 7, 8, причем каждому числу соответствует одно значение, стоящее на 6-м месте, значит вариантов всего пять. При 123^*7^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, но при 0, 1, 2, 3 полученная комбинация будет меньше первого номера билета, поэтому подходят только 4, 5, 6, 7, 8, 9, причем каждому числу соответствует одно значение, стоящее на 6-м месте, значит вариантов всего шесть. При 123^*8^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, но при 0, 1, 2, 3 полученная комбинация будет меньше первого номера билета, поэтому подходят только 4, 5, 6, 7, 8, 9, причем каждому числу соответствует одно значение, стоящее на 6-м месте, значит вариантов всего шесть. При 123^*9^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, но при 0, 1, 2, 3 полученная комбинация будет меньше первого номера билета, поэтому подходят только 4, 5, 6, 7, 8, 9 причем каждому числу соответствует одно значение, стоящее на 6-м месте, значит вариантов всего шесть.

При второй вариации на 5-м месте могут стоять цифры 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. На 5-м месте не может быть цифры 9, так как тогда сумма 4-го и 6-го места будет равна 12, минимальное значение на 4-м месте достигается за счет того, что на 6-м месте стоит максимальное число, максимальным однозначным числом является 9, но при 9 на 4-м месте будет стоять часто 3 ($12 - 9$), в итоге последние три числа будут 399, что больше последнего билета. При 124^*0^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, значит вариантов всего четыре. При 124^*1^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, однако 4 не подходит, так как номер билета будет больше последнего, значит вариантов всего четыре. При 124^*2^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, однако 4, 5 не подходит, так как номер билета будет больше последнего, значит вариантов всего четыре. При 124^*3^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, однако 4, 5, 6 не подходит, так как номер билета будет больше последнего, значит вариантов всего четыре. При 124^*4^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, однако 4, 5, 6, 7 не подходит, так как номер билета будет больше последнего, значит вариантов всего четыре. При 124^*5^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, однако 4, 5, 6, 7, 8 не подходит, так как номер билета будет больше последнего, значит вариантов всего четыре. При 124^*6^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, однако 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 не подходит, так как номер билета будет больше последнего, значит вариантов всего три. При 124^*7^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,

9, однако 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 не подходит, так как номер билета будет больше последнего, значит вариантов всего два. При 124^*8^* на 4-м месте могут стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, однако 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 не подходит, так как номер билета будет больше последнего, значит вариантов всего один.

Посчитаем общее количество $1+2+3+5+6+6+6+4+4+4+4+4+3+2+1=59$. Количество счастливых билетов по методу водителя 59.

в) Посчитаем сколько счастливых билетов по методу водителя и кондуктора одновременно. Пусть число на 4-м месте – x , на 5-м – y , на 6-м – z . Составим уравнения для каждого метода при двух вариациях.

Метод водителя: 1) $1+3+y=2+x+z$; 2) $1+4+y=2+x+z$. Метод кондуктора: 1) $1+2+3=x+y+z$; 2) $1+2+4=x+y+z$. Решим систему для первой вариации: из уравнения метода водителя выразим $x+z$ и получим $1+3+y-2=x+z$, теперь подставим в уравнение метода кондуктора $1+2+3=1+3+y-2+y$, после преобразований получим $y=2$. Теперь решим систему для второй вариации: из уравнения метода водителя выразим $x+z$ и получим $1+4+y-2=x+z$, теперь подставим в уравнение метода кондуктора $1+2+4=1+4+y-2+y$, после преобразований получим $y=2$. Таким образом, в обеих вариациях для пересечения условий двух методов на 5-м месте должна стоять цифра 2.

Для первой вариации 123^*2^* : для метода водителя на 4-м месте должны стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, однако все числа не подходят, так как иначе номер билета будет меньше первого, для метода кондуктора на 4-м месте числа 0, 1, 2, 3, 4, однако все числа не подходят, так как иначе номер билета будет меньше первого, значит здесь нет ни одного варианта.

Для второй вариации 124^*2^* : для метода водителя на 4-м месте должны стоять числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, однако числа 4, 5 не подходят, так как иначе номер билета будет больше последнего, для метода кондуктора на 4-м месте числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, однако числа 4, 5 не подходят, так как иначе номер билета будет больше последнего, значит здесь всего 4 варианта.

г) По методу кондуктора несчастливых билетов: $900-29=871$, по методу водителя: $900-59=841$, по методу кондуктора и водителя одновременно: $900-4=896$.

Ответ: а) 29, б) 59, в) 4, г) по методу кондуктора несчастливых билетов – 871, по методу водителя – 841, по методу кондуктора и водителя одновременно – 896.

Решение задачи. Программа на языке C++

Безусловно, простая программа для решения этого задания в основе своей содержит перебор всех возможных комбинаций и может быть универсальной для любого набора данных, однако не при всех наборах является эффективной. Представленная мной математическая модель может быть перенесена в программный код. Мой код не универсален, однако если изменять условия под конкретный набор, используя математический алгоритм, то решить при его помощи будет возможно любую задачу [1].

На языке Python представлен код простого перебора значений из заданного диапазона.

```
nachalo = 123456
konec = nachalo + 899
metod_konduktora = 0
metod_voditelya = 0
sreschivanie_metodov = 0
for i in range ( nachalo, konec+1):
    a = i // 100000 + i // 10000 % 10 + i // 1000 % 10
    b = i // 100 % 10 + i // 10 % 10 + i % 10
    c = i // 100000 + i // 1000 % 10 + i // 10 % 10
    d = i // 10000 % 10 + i // 100 % 10 + i % 10
    if a == b:
        metod_konduktora += 1
    if c == d:
        metod_voditelya += 1
    if (a == b) and (c == d):
        sreschivanie_metodov += 1
```



```

print(metod_konductora)
print(metod_voditelya)
print(screschivanie_metodov)
print(900-metod_konductora)
print(900-metod_voditelya)
print(900-screschivanie_metodov)
Далее представлен программный код на языке C++ с комментариями по блокам программы [2].
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int number_1=123456;//первый билет
    int n=900;//общее количество билетов
    int number_2=number_1+n-1;//подсчет номера последнего билета
    int method_k=0;//переменная для подсчета количества счастливых билетов по мнению кон-
дуктора
    //начало алгоритма для вычисления по методу кондуктора
    for (int i=5; i<=9; i++)//перебор для комбинации 123*** генерация; четвертой цифры
    {for (int j=0; j<=9; j++)//генерация пятой цифры
        {for (int m=0; m<=9; m++)//генерация шестой цифры
            {if (i+j+m==6)//условие при котором билет является счастливым по мнению кондуктора
                {method_k+=1;//прибавление в копилку еще одного билета
                }}}
        }for (int i=0; i<=3; i++)//перебор для 124** аналогично предыдущему циклу
    {for (int j=0; j<=9; j++)
        {for (int m=0; m<=9; m++)
            {if (i+j+m==7)
                {method_k+=1;
                }}}
        }int method_v=0;//переменная для подсчета количества счастливых билетов по методу води-
теля
    //начало алгоритма для вычисления по методу водителя
    for (int i=5; i<=9; i++)//перебор для комбинации 123***
    {for (int j=0; j<=9; j++)
        {for (int m=0; m<=9; m++)
            {if (1+3+j==2+i+m)
                {method_v+=1;
                }}}
        }for (int i=0; i<=3; i++)//перебор для комбинации 124***
    {for (int j=0; j<=9; j++)
        {for (int m=0; m<=9; m++)
            {if (1+3+j==2+i+m)
                {method_v+=1;
                }}}
        }int peresech=0;//переменная для подсчета счастливых билетов, которые являются таковыми и
по методу водителя и по методу кондуктора
    //начало алгоритма для вычисления по методу кондуктора и водителя одновременно
    for (int i=0; i<=9; i++)//генерация четвертой цифры
    {for (int m=0; m<=9; m++)//генерация шестой цифры
        {if ((1+3+2==2+i+m)or(1+2+4==i+2+m))//условие при котором билет является счастливым по
мнению и кондуктора и водителя
            {peresech+=1;//добавление еще одного билета в копилочку
            }
        }
    }

```

```
    }}}  
    cout<<number_2<<endl;//вывод последнего билета  
    cout<<method_k<<endl;//вывод количества счастливых билетов по мнению кондуктора  
    cout<<method_y<<endl;//вывод количества счастливых билетов по мнению водителя  
    cout<<peresech<<endl;//вывод количество счастливых билетов, соответствующих обоим ме-  
тодам  
}
```

Заключение

Данную задачу можно решить различными способами не только программирования, но и при помощи разделов математики, комбинаторики. В данной статье представлены как математическая модель решения, так и программная реализацию, причем рассмотрены различные ее создания. Программная модель не является единственно верным и быстрым вариантом, однако может стать прекрасным вариантом проверки на точность ответа, полученного при помощи математических выкладок.

Библиографический список

1. Решу ЕГЭ. URL: <https://inf-ege.sdangia.ru> (дата обращения: 13.04.2022).
2. Уроки программирования на C++ с нуля. URL: <https://code-live.ru/tag/cpp-manual/> (дата обращения: 13.04.2022).

УДК 004.5

Е. А. Андрианова, А. В. Кашин

магистранты кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук – научный руководитель

ИНТЕРФЕЙС ЖЕСТОВ КАК ТЕНДЕНЦИЯ В ДИЗАЙНЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Первоначально дизайн пользовательского интерфейса был ориентирован на взаимодействие с устройством с помощью «клика», для которого требовалась мышь или клавиатура. В последние годы наблюдается распространение электронных устройств, которые оснащены сенсорным вводом, т. е. прикосновение к поверхности датчика, расположенного на экране, приводит в движение курсор, перемещение которого осуществляется за счет движения пальца по поверхности сенсорного экрана. Смартфоны, планшеты, смарт-часы пользователи уже давно ассоциируют именно с сенсорными экранами. Однако, помимо классических сенсорных методов взаимодействия, некоторые устройства поддерживают взаимодействие на основе жестов. Например, с помощью нескольких движений руки можно включить телефон или отключить звук уведомлений, а также сделать селфи, проведя ладонью над камерой. Яркие примеры использования жестов в интерфейсе – масштабирование карт в приложении Google Maps с помощью прикосновения к экрану, с помощью multi-touch (мультитач) жестов в этом мобильном приложении можно поворачивать или изменять угол отображения карты.

Издание The Next Web утверждает, что жесты – это новые клики [1]. Поскольку современный дизайн должен отвечать требованиям простоты и удобства, все меньше остается места для традиционных кнопок, а жесты могут помочь в создании более красивых интерфейсов. Кроме того, жесты ускоряют действия пользователя и представляют собой удобный способ взаимодействия с устройствами различных форм и размеров. Управление с помощью жестов быстро внедряется в поведение пользователей, так как ощущается как естественное, потому что соответствует тому, как люди взаимодействуют с реальными объектами. Когда человек хочет что-то убрать из поля зрения, он перемещает элемент влево или вправо, т. е. «свайпает». Когда человек читает газету, оставляя прочитанную ее верхнюю часть свободной, он, по сути, прокручивает ее или «скроллит».

Кроме удобства в использовании, применение жестов в проектировании интерфейсов позволяет максимизировать обучение и повседневную жизнь людей с нарушениями слуха [2], а также актуально в проектировании интерфейсов образовательных программ для детей [3].

Следует отметить также, что жесты являются интернациональным способом коммуникации. Согласно проведенному исследованию [4] на респондентах из 9 стран, люди интуитивно пытаются использовать схожие жесты для выполнения определенных действий на своих смартфонах независимо от страны проживания, культуры или мобильного устройства, которое они используют.

Удобство использования пользовательского интерфейса на основе жестов зависит в основном от трех факторов: аппаратного обеспечения, алгоритма распознавания жестов и разработанного набора жестов.

Для аппаратных средств, призванных считывать жесты с экрана, важны такие характеристики, как точность, обнаружение давления и количество одновременно обнаруживаемых точек (мультитач). Эти характеристики определяют типы жестов, которые может принимать устройство, и поэтому их необходимо учитывать при разработке набора жестов.

Разработка хорошего набора жестов является непростой задачей, особенно когда количество жестов увеличивается.

Наиболее часто встречаются жестовые интерфейсы на смартфонах. Рассмотрим некоторые распространенные жесты для управления мобильным приложением:

- нажатие – пользователи могут перемещаться по приложению, нажимая на элементы;
- удержание – позволяет пользователям взаимодействовать с элементами и получать доступ к дополнительным функциям;
- двойное нажатие – позволяют пользователям увеличивать и уменьшать масштаб контента;
- перетаскивание – пользователи могут перетаскивать элементы, чтобы раскрыть их или свернуть, убрав из поля зрения;

- скроллинг и панорамирование – пользователи могут прокручивать вертикально, горизонтально или в любую сторону контент, чтобы перемещаться по нему;
- свайп (или смахивание) – пользователи могут перемещаться по однородному контенту горизонтально;
- сжимание и растягивание – пользователи могут масштабировать элементы для навигации между экранами.

Следует отметить, что жесты в основном представляют собой движения рук, но также могут включать в себя встряхивание, наклон или перемещение устройства.

Для основных мобильных платформ – Apple и Android – есть инструкции для разработчиков приложений, которые позволяют унифицировать жесты для разработки приложений на этих платформах – это Apple Human Interface Guidelines для iOS и Google Material Design System для Android. Однако, и в указанных инструкциях имеются одни и те же жесты, которые вызывают разные функции приложения.

О популярности жестового интерфейса говорит и количество инструментов, созданных для разработки дизайна приложений на основе жестов: iGesture – это фреймворк для распознавания жестов на Java; Proton – ориентирован на мультитач-жесты; Gesture coder – это подключаемый модуль Eclipse, который позволяет разработчикам автоматически генерировать код, распознающий мультитач-жесты; GestureWiz – это система прототипирования приложений, использующих различные типы жестов, например, касание или движение в воздухе, и много других [5]. Эти инструменты поддерживают операции с сенсорным экраном.

Существуют и системы, которые работают с различными типами жестов, такими как жесты в воздухе или жесты рук, без привязки к сенсорному экрану. Среди этих систем можно назвать такие как: MAGIC (Multiple Action Gesture Interface Creation) – инструмент, который позволяет создавать жесты движения без специальных знаний о сопоставлении шаблонов, а также тестировать их, чтобы гарантировать, что они не будут запущены пользователем непреднамеренно; GRDT (Gesture Recognition Design Toolkit) набор инструментов для поддержки создания жестов; ProGesture который поддерживает быстрое прототипирование жестов всего тела, сочетая три аспекта дизайна: жест, презентацию и диалог; GestureAnalyzer инструмент, который позволяет анализировать жесты, применяя методы кластеризации и визуализации к данным жестов, полученным с помощью отслеживания движения.

Среди отечественных разработок в области жестовых интерфейсов в 2020 г. была представлена новинка от «Сбер» – первый на российском рынке смарт-дисплей SberPortal с интегрированными виртуальными ассистентами Салют и акустикой от Harman/Kardon. Устройством можно управлять голосом, жестами и прикосновениями [6].

SberPortal понимает базовые жесты:

- жест V (латинская V, образованная указательным и средним пальцем) для активации ассистента;
- большой палец вверх или вниз, чтобы поставить “лайк” или “дизлайк” треку при прослушивании музыки;
- жест “Стоп” (открытая ладонь) для приостановки и продолжения воспроизведения;
- жест “Mute” (палец к губам) для отключения звука.

Как заявлено «Сбер», использованная технология работает на основе быстрых оптимизированных нейронных сетей.

В заключение отметим, что около 10 лет назад единственным способом взаимодействия с устройствами было нажатие кнопок. Затем нажатие превратилось в касание, а затем эволюционировало в жест. Этот метод управления становится все более популярным в современном дизайне и в ближайшие годы ожидается увеличение числа приложений, которые будут взаимодействовать с жестами пользователя.

Библиографический список

1. Cousins C. How to implement gestures into your mobile design. URL: <https://thenextweb.com/news/how-to-implement-gestures-into-your-mobile-design> (дата обращения: 21.01.2022).

2. Zhou M., Sabran K. User interface technology for the hearing-impaired people in Asia: a systematic literature review. *UiTM Cawangan Kelantan*, 2021. P. 579–588.
3. Криштопова Е. А., Коваленко Е. С., Коваленко Т. Г. Особенности Ui/Ux-Проектирования образовательных приложений для детей // *Big Data and Advanced Analytics*. 2021. № 7–2.
4. UPA Presentation. URL: https://prezi.com/of9ihm6_sgd/upa-presentation/ (дата обращения: 21.01.2022).
5. PolyRec Gesture Design Tool: A tool for fast prototyping of gesture-based mobile applications. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/spe.3024> (дата обращения: 21.01.2022).
6. Сбер анонсировал первый в России смарт-дисплей с акустикой от Harman/Kardon и виртуальными ассистентами Салют на борту. URL: https://sberdevices.ru/press/detail/sber_anonsiroval_pervyi_smart_displei_s_akustikoi_harmankardon_i_virtualnymi_assistentami_salyut/ (дата обращения: 18.01.2022).

УДК 004.9

Е. А. Андрианова, А. В. Кашин

магистранты кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук – научный руководитель**РАЗВИТИЕ РЫНКА LEGALTECH НА ПРИМЕРЕ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПОИСКА ЮРИСТОВ
КАК СПОСОБА ОКАЗАНИЯ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЮРИДИЧЕСКИХ УСЛУГ**

Основная особенность сферы юриспруденции ее консервативность. Сообщество юристов очень тяжело воспринимает какие-либо нововведения. Однако, практика показывает, что как только юристы понимают, насколько технологии облегчают им жизнь, эти технологии становятся жизненно необходимыми в работе. Так было, например, с системами поиска информации «Консультант +», без которой сейчас не может эффективно работать ни один юрист.

Legaltech – это отрасль бизнеса, специализирующаяся на информационно-технологическом обслуживании профессиональной юридической деятельности, и на предоставлении потребителям юридических услуг с использованием информационных технологий.

Специфика рынка LegalTech заключается в том, что системы права каждой страны уникальны, поэтому глобализация такого рынка весьма затруднительна, и большая часть компаний в области Legaltech ориентирована, прежде всего, на локальный рынок. На развитие рынка влияет также сложность правовой системы конкретной страны. Наиболее развитый рынок LegalTech в настоящее время в США, на порядок ниже развит этот рынок в Европе [1].

Пандемия и переход на удаленную работу коснулись и сферы LegalTech, поскольку большую часть работы в сфере юриспруденции вынужденно пришлось перенести в онлайн [2]. В LegalTech ускорились многие цифровые процессы, которые раньше казались далеким будущим. Например, практически все суды перешли на удаленный формат работы: стали доступными подача исков, заявлений, ходатайств через систему онлайн правосудия, участие в судебных заседаниях с помощью систем видеоконференц-связи, получение копий судебных документов с электронно-цифровой подписью судьи на электронный почтовый адрес.

В основном термин LegalTech ассоциируют с искусственным интеллектом, который будет давать ответы за запросы клиентов, или формировать автоматические документы, а в будущем даже разрешать споры с помощью роботов-арбитров. Однако направление LegalTech затрагивает также сферу предоставления юридических услуг клиентам с использованием информационных технологий, например с помощью использования диджитал-сообществ юристов [3].

Сейчас много услуг, в том числе юридических, предлагается в интернете. Как понять, что виртуальный юрист, к которому обращается клиент настоящий, с юридическим образованием, с надлежащим опытом? Ответ консервативен, как и сама юриспруденция: «Поиск юриста или адвоката стоит начинать с опроса знакомых. Только рекомендация близкого человека, который имел дело со специалистом, может дать гарантию его добросовестности» или «Не стоит доверять рекламе. Хорошие юристы и адвокаты в ней не нуждаются».

Обратимся к опыту страны, в которой рынок LegalTech является наиболее прогрессивным. В США есть диджитал-сообщество адвокатов Авво (<https://www.avvo.com/>). Американский адвокат Марк Бриттон придумал платформу, которая работает по принципу «классифайд». Это цифровая картотека лицензированных юристов из разных штатов – у каждого из них есть профиль с личной информацией и рейтингом, который формируется из трех источников. Первый – оценка клиентов: они могут ставить баллы и писать отзывы, которые нельзя удалять и редактировать. Второй фактор – рекомендации коллег-юристов. И третий компонент рейтинга – оценка, которую ставит платформа Авво по собственному алгоритму.

У каждого юриста в США есть профиль в Авво. Данные в систему Авво загружаются из официальных источников автоматически: система заполняет профили юристов всеми общедоступными данными, которые только можно найти в ассоциациях адвокатов штатов, в судебных протоколах или на сайтах адвокатов. Профиль будет пустой и неподтвержденный, если сам адвокат не загрузит туда свои лицензии и информацию о себе. Поскольку на сайте охвачено 97% юристов США, избежать заполнения профиля на Авво

оказывается невозможно для юриста, который оказывает юридическую практику в Интернете. Авво настолько популярен в США, что по данным, находящимся на этом сайте, пользователи проверяют наличие лицензии у адвоката. Цель Авво была сделать доступными юридические услуги для потребителей, так как такие услуги дорогие в основном из-за посредников – юридических фирм [4].

Проблема оказания квалифицированной помощи по доступной цене является актуальной и для России. В рамках исследования, проведенного для данной статьи, были проанализированы специализированные сайты-платформы в России, которые содержат информацию о юристах, готовых оказывать юридическую помощь напрямую клиентам, без участия юридических фирм.

В 2017 г. в России адвокат Ильдар Мухаметзянов сделал аналог Avvo. Его проект назывался Advostar.ru (<https://advostar.ru>). Целью создания этого ресурса было объединение юристов и адвокатов самых разных специализаций, чтобы к ним могли напрямую обращаться люди со своими проблемами. На портале зарегистрировалось более 400 юристов. Однако, основное отличие указанного ресурса от американского Авво – юристы регистрировались на платформе самостоятельно, данные туда не подгружались из официальных источников. Поэтому проверить информацию относительно достоверности внесенных данных было затруднительно для пользователя. К сожалению, в феврале 2022 г. истек срок домена, и основатель проекта не стал его продлевать.

Достаточно популярная платформа по поиску юристов в сети – «Люди Права» (<https://ludiprava.ru>). Она действует пока в пределах Москвы и предлагает зарегистрироваться только юристам со статусом адвоката. На сайте интегрирована возможность подтвердить статус адвоката – указывается номер адвоката в реестре и работает ссылка на его регистрационные данные в Минюсте. Это выгодно отличает этот сайт от остальных цифровых платформ в России, так как подтверждает профессионализм оказываемых услуг. Однако, услуги адвоката априори дороже, так как подтверждение такого статуса и его поддержание требует от юриста дополнительных финансовых вложений. А статус адвоката у юриста не свидетельствует о том, что его квалификация выше, чем у юриста без такого статуса.

Среди веб-ресурсов по поиску юристов, не привязанных к конкретной юридической фирме, есть «Платформа-онлайн» (<https://platforma-online.ru>), «Юрзон» (<https://jurzon.ru/moscow>), «Юридическая социальная сеть» (<https://www.9111.ru>). Юридическая социальная сеть существует с 2000 г., однако в этом сообществе много юристов, которые подходят к консультированию «спустя рукава», по принципу «раз бесплатно, то бери что дают». На портале огромное количество публикаций, никак не связанных с юриспруденцией.

В рамках исследования, проведенного для данной статьи, были проанализированы популярные цифровые платформы по поиску юристов в России (табл. 1).

Таблица 1

Цифровые платформы по поиску юристов в России

Характеристики веб-ресурсов	Люди Права	Платформа-онлайн	Юридическая социальная сеть
Адрес домена	https://ludiprava.ru	https://platforma-online.ru	https://www.9111.ru
Дата создания домена	11.09.2018	19.05.2016	08.12.2006
Время загрузки веб-страниц с компьютера/с мобильного	1.5/6.4 сек	2.6/8.6 сек	1.9/6.8 сек
Посещаемость/просмотры в сутки	50/200	200/790	778/1 446 990

При анализе указанных веб-ресурсов было проведено:

- тестирование единства дизайна сайтов (соблюдение цветовой гаммы на всех страницах, совместимость звуков, рисунков и анимации с дизайном, доступность подачи информации, наличие логотипа организации на веб-ресурсе, эксклюзивность дизайна)
- тестирование структуры и удобства сайта (интуитивность интерфейса, доступность контактной информации, понятность предназначения каждой страницы, присутствие обратной связи с администрацией сайта, глубина сайта, простота нахождения требуемого раздела)

- тестирование функциональности веб-ресурса (проверка интеграции с социальными сетями или сторонними веб-сервисами, наличие интерактивного помощника для поиска конкретной информации, представление закрытой информации только зарегистрированным пользователям, поддержка взаимодействия с пользователями (форум, чат, обмен сообщениями), наличие в интерфейсе отзывов, данных о достоверности информации и новостного блока).

Результаты исследования были сведены в общие оценки за дизайн, структуру сайта и его функциональность, на основании которых был составлен рейтинг сайтов (рис. 1 – 4).

Таким образом, на основании проведенного исследования рейтинг веб-приложений по поиску юристов выглядит следующим образом:

1. «Люди Права» – лучшая имеющаяся платформа по поиску юриста-профессионала. Однако, ограничена пока территориальным поиском только по Московскому региону и содержит только картотеку адвокатов.
2. «Платформа-онлайн» – платформа, в которой сложно разобраться клиенту.
3. «Юридическая социальная сеть» она же «9111.гу» – платформа, не вызывающая доверия.

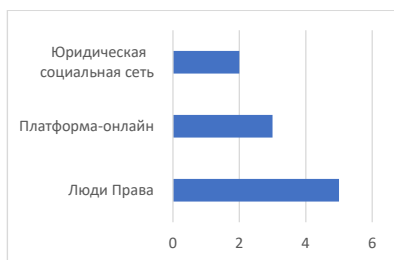


Рис. 1. Оценка за дизайн сайта



Рис. 2. Оценка структуры сайта

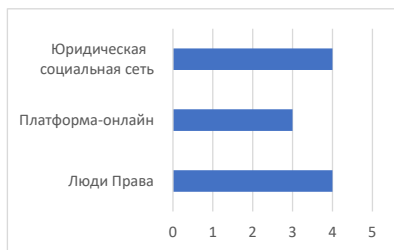


Рис. 3. Оценка функциональности сайта

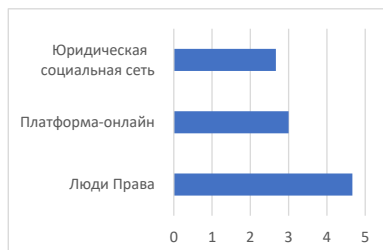


Рис. 4. Рейтинг сайтов

В настоящее время меняется сама структура юридического рынка: юристу не обязательно быть в составе юридической фирмы или адвокатской консультации, борьба за рынок клиентов ведется онлайн. Однако, механизмы подтверждения квалификации юриста в интернете еще слабо развиты, что чревато некачественными услугами и мошенничеством. Создание сайта, в котором содержится наиболее полная цифровая картотека юристов России с подтвержденной и доступной для пользователя информацией о квалификации и профессиональном опыте специалиста, сделало бы прорыв в сфере рынка оказания юридических услуг в России.

Библиографический список

1. Что такое LegalTech и как он развивается в России // РБК Тренды. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60acbdd69a79475b37ee5e63> (дата обращения: 29.03.2022).

2. Global LegalTech Artificial Intelligence Market: Size, Industry Share, Applications, Segments, Analysis and Forecast 2018–2026. URL: <https://www.zionmarketresearch.com/report/legaltech-artificial-intelligence-market> (дата обращения: 29.03.2022).

3. Agency N. LegalTech: какие технологии на самом деле нужны юристам? // vc.ru. 2019. URL: <https://vc.ru/flood/86094-legaltech-kakie-tehnologii-na-samom-dele-nuzhny-yuristam> (дата обращения: 29.03.2022).

4. Everything You Wanted to Know About Avvo. URL: <https://www.denverlegalmarketing.com/post/everything-you-wanted-to-know-about-avvo> (дата обращения: 29.03.2022).

УДК 004.06

Д. А. Борисов

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

А. В. Яковлев – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

BIG DATA И ЕЕ ТЕНДЕНЦИИ

Введение

В настоящее время Big Data являются ключевым фактором развития информационных технологий. В эпоху информационных технологий и особенно цифровизации всех сфер человеческой деятельности по каждому пользователю интернета накапливается большое количество информации. Это во многом определяет развитие направления Big Data. Термин Big Data нельзя считать синонимом информации или анализа информации. Информация чаще всего может быть представлена в структурированном виде, например, это могут быть видеозаписи, машинный код, изображения, текстовые документы и не только. К тому же эти данные могут быть разбросаны по различным хранилищам, которые могут находиться в разных местах планеты.

Значительная часть информации создается не столько человеческими усилиями, сколько с использованием автоматизированных устройств. Причем такие устройства взаимодействуют и друг с другом, и с другими сетями данных, например, сенсоры и интеллектуальные устройства. По прогнозам исследователей, объем данных в мире будет ежегодно удваиваться. Во много раз вырастет количество виртуальных и физических серверов, в частности, за счет расширения и создания новых data-центров. Поэтому растет потребность в эффективной обработке, анализе больших данных в целях их использования в процессах принятия решений [1]. В связи с этим интересным представляется определение тенденций развития технологий Big Data.

Определение Big Data

Не существует устоявшегося определения Big Data, которое было бы принято в научном и профессиональном сообществе. Возможно, это связано с гибкостью понятия, за которым находится постоянно изменяющаяся сфера разработки новых средств работы с данными, и с огромным количеством различных областей, в которых «большие данные» могут быть применены: экономика, социология, медицина, ритейл, Интернет вещей, промышленность и многие другие. Но в целом его можно свести к следующему: Big Data – это обозначение структурированных и неструктурированных быстро поступающих данных огромных объемов и значительного многообразия, а также методы их обработки, которые позволяют распределено обрабатывать получаемую информацию [2].

Термин «большие данные» начал использоваться с 90-х годов прошлого века [3]. Однако широкое введение термина связывают с редактором журнала Nature Клиффордом Линчем, подготовившим к 3 сентября г. специальный выпуск с темой «Как могут повлиять на будущее науки технологии, открывающие возможности работы с большими объемами данных?», в котором он рассказывал про взрывной рост объемов мировой информации и отмечал, что освоить их помогут новые инструменты и более развитые технологии [4].

Характеристики Big Data

Big Data сопровождается тремя основными характеристиками:

- volume;
- velocity;
- variety.

Volume – объем генерируемых и хранимых данных. Размер данных определяет ценность и потенциальное понимание, а также то, могут ли они рассматриваться как большие данные или нет [5].

Velocity – скорость, с которой данные генерируются и обрабатываются для удовлетворения потребностей и проблем, стоящих на пути роста и развития. «Большие данные» часто доступны в режиме реального времени. По сравнению с небольшими данными большие данные создаются непрерывно.

Два типа скорости, связанные с большими данными, – это частота генерации и частота обработки и публикации потока данных [5].

Variety – многообразие данных. Big Data характеризуются многообразием, а также недостаточной структурированностью данных. Данные поступают во всех типах форматов – от структурированных числовых данных в традиционных базах данных до неструктурированных текстовых документов, электронной почты, видео, аудио, биржевых данных и финансовых транзакций [5].

Область понимания BIG DATA постоянно изменяется, а точнее расширяется. Например, к трем указанным выше характеристикам добавляются другие, тоже начинающиеся на «V» (например, veracity, value) [5]. В результате термин обрстает новыми признаками и эволюционирует. Отсюда можно сделать вывод, что спрос на технологию «больших данных» растет.

Задачи и направления больших данных

В результате использования технологии Big Data предполагается решение трех типов задач: 1) хранение и управление большими объемами данных в сотни терабайт; 2) организация неструктурированной информации; 3) анализ Big Data. Под большими объемами данных понимаются данные в сотни терабайт, которые неэффективно обрабатывать с использованием реляционных баз данных. Неструктурированную информацию тоже сложно обрабатывать с использованием таких баз данных и, соответственно, сложно формировать аналитические отчеты и разрабатывать прогностические модели развития исследуемых явлений.

В сфере Big Data существует много направлений. Среди них можно выделить два основных: Big Data engineering, Big Data Analytics (Scientist). Big Data engineering занимается сбором, хранением, преобразованием данных к виду, которого требуют приложения для корректной работы. Big Data Analytics – это следующая часть, в которой возможно использование объемных данных из уже созданных систем. Анализ состоит из расширенных вычислений по данным, где происходит прогнозирование, выявление закономерностей, тенденций и построение классификаций [6].

Основной движущей силой технологии является постоянно растущий объем производимых и потребляемых данных. Аналитики предсказывают, что к 2025 году этот объем достигнет 175 Збайт (1 Збайт = 1 триллион Гбайт) [7]. Технология «больших данных» стремительно развивается, расширяются и направления их использования. Сегодня спрос на «большие данные» формируется как в государственном, так и в частном секторе. Привлекательным для предприятий является возможность использовать технологию в принятии решений. Поэтому перспективы развития технологии Big Data огромные. Они обусловлены увеличением количества данных, поступающих на обработку, а также ужесточением требований к скорости их обработки. Пока невозможно понять, какая страна или корпорация займет в будущем лидирующее положение в этой области. Но уже очевидно, что тот, кто овладеет методами хранения и анализа огромных массивов данных, получит мощнейший инструмент для оптимизации принятия решений и выбора стратегии развития.

Технология все еще находится на раннем этапе своего внедрения, поэтому наблюдать итоги ее реализации в конкретных проектах затруднительно. Сегодня разрыв между «большими данными» и их внедрением в реальных сферах жизни продолжает убывать. Таким образом, уже можно наблюдать их использование и выделить некоторые тенденции развития.

Разработка аппаратных и программных средств

Первая тенденция развития «больших данных» – разработка аппаратных и программных средств, осуществляющих работу с информацией, распределенной на многих компьютерах. Понятие «большие данные» начинает применяться тогда, когда одного современного компьютера становится недостаточно для обработки и анализа массива информации. То есть, когда речь идет о распределенных системах. Существующие классические системы управления базами данных (СУБД) плохо масштабируются в таких случаях, поэтому необходимо создавать новые удобные инструменты. К таким средствам относятся, например, фреймворк Hadoop и СУБД Apache Hive. Но развиваются и новые системы, улучшающие скорость работы с данными – например, отечественное модульное хранилище данных Exarch.

Сегодня основополагающая технология – Hadoop, проект Apache Software Foundation,

используемый для реализации поисковых и контекстных механизмов высоконагруженных веб-сайтов [8]. Hadoop свободно распространяет набор утилит, библиотек и программный каркас для разработки и выполнения распределенных программ, работающих на кластерах из множества узлов.

Разработка инструментов, оперирующих большими массивами данных

Вторая тенденция – разработка инструментов, оперирующих большими массивами данных. Несмотря на наличие некоторого парка инструментов, технология Big Data не так давно перешла с этапа академических исследований к применению в реальности. Уже разработаны и успешно используются инструменты, позволяющие оперировать данными огромных объемов. Однако их всеобщее внедрение еще не наступило. Применение Big Data носит избирательный, хоть и масштабный характер. Например, в Китае работает система «социального кредита», которая определяет рейтинг граждан по их действиям. Эти действия отслеживаются системами массового видеонаблюдения, а поступающая информация обрабатывается с помощью технологий «больших данных» [9]. В результате мы наблюдаем еще одну тенденцию: основным ресурсом технологии становится объем обрабатываемых данных в отличие от имевшегося ранее, на этапе академических исследований, – трудовых ресурсов профессионалов. В качестве примера можно привести аналогию с добычей нефти: богаче будет та страна, в которой находятся огромные запасы нефти, а не та, в которой будут сконцентрированы лучшие профессионалы нефтедобычи. При этом предполагается и прогнозируется, что эффективные методы работы с колоссальными массивами информации естественным образом возникнут там, где этой информации наибольшее количество, так как ее необходимо уметь эффективно обрабатывать.

Централизация хранения данных

Третья тенденция – централизация хранения данных. На практике могут быть использованы централизованные, децентрализованные и смешанные хранилища данных. В рамках централизованного хранилища справочная информация извлекается из различных источников, систематизируется, дополняется, записывается в эталонное хранилище. На текущий момент времени такая организация хранения данных получила наибольшее распространения, в основном, из-за простоты и высокой скорости доступа к анализируемой информации. Примерами систем, что используют принцип централизованного хранения, служат IBM Client Information Integration Solution (IBM CIIS), Oracle Customer Data Hub (Oracle CDH), SAP Master Data Management (SAP MDM) [10].

При использовании децентрализованного хранилища справочной информации создается виртуальная база данных, в случае обращения к которой идет запрос данных к тем системам, где они хранятся непосредственно. В результате информация по одному клиенту будет собрана из фрагментов, содержащихся в разнородных базах данных, но в виртуальной базе данных она будет представлять собой одну запись. Продукты, реализующие децентрализованное хранение данных, MetaBase и MetaMatrix Server, разработчик – компания MetaMatrix. Находят применение и смешанные решения, использующие одновременно принципы централизованного и децентрализованного хранения данных. Примерами служат Initiate Systems Identity Hub, DWL Customer, Siebel Universal Customer View (Siebel UCM), Siperian Master Reference Manager (Siperian MRM) [10].

Таким образом, среди централизованных, децентрализованных и смешанных хранилищ данных наибольшее распространение получили первые из перечисленных. К ним можно отнести облачные хранилища и дата-центры. С целью практического использования больших объемов собранной информации предварительно ее необходимо систематизировать. Тенденция к централизации и дисциплинированному управлению данными, несомненно, очень важна при принятии решений.

Качество обработки информации целесообразно оценивать путем каких-либо показателей. Как известно, показатели могут носить индивидуальный, групповой, комплексный характер (или интегральный). На сегодняшний день компания IDC в рамках исследований «Глобальная цифровизация от периферии к центру» (The Digitization of the World – from Edge to Core) разработала один из таких показателей. Это индекс DATCON (DATA readiness CONdition) – «уровень готовности к работе с данными», который позволяет руководителям определить, на каком уровне в организации находятся управление данными, их использование и монетизация [11]. Это интегральный показатель. Его значение находится в диапазоне 1 – 5 (1 – критичный, 5 – оптимизированный). При расчете индекса учитываются следующие

щие факторы: темпы изменения объемов данных, ценность данных, уровень информационной безопасности организации, размеры инвестиций, зрелость и качество управления, наличие у персонала организации необходимых навыков по обработке больших массивов данных, степень вовлеченности топ-менеджеров организации в проекты, связанные с данными. В рамках исследований условий работы с постоянно увеличивающимся объемом данных, проведенных компанией IDC в четырех областях (производство, финансовый сектор, здравоохранение, СМИ и индустрия развлечений), лидирует производство. В целом индекс DATCON может быть использован в процессах принятия решений в различных областях и особенно в производственной деятельности организаций [12]. Предполагается, что это позволит выработать наиболее эффективное стратегическое решение.

Развитие интернета вещей

Четвертая тенденция, связанная с получением данных – это развитие IoT (интернет вещей) технологий, которые обеспечивают автоматизированный сбор данных на самых различных типах устройств. На примере автомобилестроения можно видеть, что данная технология уже успешно используется. Данные в реальное времени, поступающие от автомобилей, позволяют оказывать потребителям более грамотный сервис: начиная от исправления поломки до поиска угнанного транспортного средства. Все больше компаний внедряют IoT-технологии в свои продукты, что приводит к необходимости овладения методами сбора больших массивов информации. В целом это выгодно для производителя, так как позволяет быстрее и полнее получать информацию о работе своих продуктов для их дальнейшего развития. Рынок интернета вещей продолжает расти, и сейчас сложно найти сферу человеческой жизнедеятельности, где он бы не использовался [13].

Анализ данных

Пятая тенденция связана с анализом полученных данных. В этой области все большую роль играет искусственный интеллект [14]. Современные алгоритмы машинного обучения на данный момент способны анализировать данные лучше человека во многих областях. Например, сейчас искусственный интеллект по образцам крови может лучше предсказать заболевание пациента, чем самый опытный врач-гематолог. Тот факт, что машина допускает меньше ошибок и имеет лучшую способность к предсказанию, позволяет предположить, что постепенно человеческий ресурс во многих областях будет заменен компьютерным. И это на самом деле является очередной тенденцией развития работы с данными. Искусственный интеллект активно используется многими технологическими компаниями нашего времени именно потому, что может обработать огромный массив информации и выдать адекватный результат. Например, виртуальный голосовой помощник «Алиса», созданный компанией «Яндекс», хранит огромную базу информации, помогающую отвечать на запросы пользователей. Компьютер можно обучить работать над специализированной задачей быстрее и лучше, чем человека. Возможно, в будущем человек будет принимать только самые важные решения, доверяя какие-то рутинные задачи роботам и алгоритмам.

В России развитие и использование в практической деятельности технологий Big Data определяются требованиями цифровизации экономики, реализуемыми программой «Цифровая экономика Российской Федерации». Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 утверждена государственная программа «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы», в рамках которой планируется развивать технологии Big Data [15].

Заключение

Таким образом, в данной работе были рассмотрены некоторые аспекты рынка больших данных, выявлены положительные стороны и тенденции развития данного направления.

Библиографический список

1. Olivera P. et al. Big data in IBD: a look into the future // Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2019. Vol. 16. № 5. С. 312–321.

2. Васильев В. И. Обзор технологий для работы с BigData: 299 // Молодой ученый. 2020. № 299. С. 13–14.
3. Mashey J. R. and the next wave of infrastress. С. 46.
4. Lohr S. The origins of “Big Data”: an etymological detective story. Bits Blog. 2013. URL: <https://bits.blogs.nytimes.com/2013/02/01/the-origins-of-big-data-an-etymological-detective-story/> (дата обращения: 18.03.2022).
5. Kitchin R., McArdle G. What makes Big Data, Big Data? Exploring the ontological characteristics of 26 datasets // Big Data & Society. SAGE Publications Ltd, 2016. Vol. 3, № 1.
6. Data Engineer и Data Scientist: различия. Хабр. URL: <https://habr.com/ru/company/netologyru/blog/496082/> (дата обращения: 18.03.2022).
7. Общий объем новых данных к 2025 году вырастет вдесятеро, до 175 зеттабайт – IDC | iot.ru Новости Интернета вещей. URL: <https://iot.ru/promyshlennost/obshchiy-obem-novykh-dannykh-k-2025-godu-vyrastet-vpyateryo-do-175-zettabayt-idc> (дата обращения: 19.03.2022).
8. Judge P. Doug Cutting: Big Data is not a bubble and Hadoop is here to stay. Silicon UK. 2012. URL: <https://www.silicon.co.uk/workspace/doug-cutting-big-data-is-not-a-bubble-96694> (дата обращения: 19.03.2022).
9. Liang F. et al. Constructing a data-driven society: China's social credit system as a state surveillance infrastructure // Policy & Internet. 2018. Vol. 10. № 4. С. 415–453.
10. Системы НСИ: мировой опыт и тенденции развития. URL: <https://www.itweek.ru/idea/article/detail.php?ID=72282> (дата обращения: 19.03.2022).
11. Reinsel D., Gantz J., Rydning J. The digitization of the world from edge to core. 2018. С. 28.
12. Seagate и IDC представляют новый индекс готовности к работе с данными в четырех отраслях мировой экономики. URL: <https://urweek.ru/seagate-idc> (дата обращения: 20.03.2022).
13. Whitmore A., Agarwal A., Da Xu L. The Internet of Things – A survey of topics and trends // Inf Syst Front. 2015. Vol. 17. № 2. С. 261–274.
14. Митрович С. Рынок «больших данных» и их инструментов: тенденции и перспективы в России: 1 // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2018. Vol. 9. № 1. С. 74–85.
15. Указ президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002> (дата обращения: 20.03.2022).

УДК 616.12-007.61

А. С. Бугрова

студентка кафедры медицинской радиоэлектроники

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

ДИАГНОСТИКА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКГ У СПОРТСМЕНОВ

Спорт является неотъемлемой частью жизни человека, благодаря физическим упражнениям мы развиваем не только мышцы, но и укрепляем сердце, нормализуем кровообращение и давление.

Занятия спортом не должны приводить к патологии, потому что спорт и здоровье – это, по существу, синонимы. Однако этот тезис справедлив только при обязательном соблюдении определенных условий, а именно рациональном использовании средств спорта и отсутствии перегрузок. Несоблюдение этих условий превращает спорт в свою противоположность, и неправильное применение средств спорта, особенно физическое перенапряжение, вызывает патологические изменения, в первую очередь сердечно-сосудистой системы, а также почек, печени, крови и даже костей. Кроме того, физическое перенапряжение является в известной степени предпатологическим состоянием, на фоне которого легко возникают различные патологические состояния [1].

С каждым годом профессиональные спортсмены стремятся улучшить свои физические способности и ставить новые рекорды, подвергая опасности свое здоровье. Вопросы перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов являются одной из наиболее актуальных проблем спортивной медицины как с точки зрения ранней диагностики, так и первичной и вторичной профилактики.

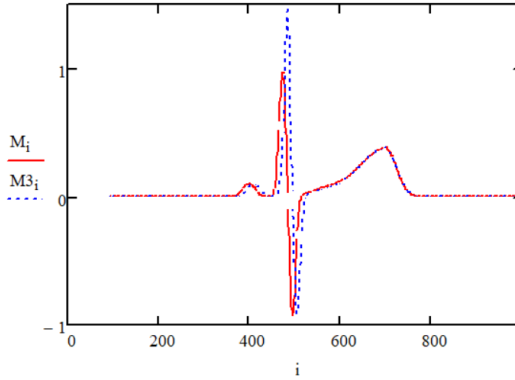
Патология некоронарогенного и невоспалительного генеза, вызванная прежде всего перегрузками, связанными со спортивной и соревновательной деятельностью, называется «Спортивным сердцем» [2]. Характерные изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы у спортсменов развиваются не менее чем через 2 года регулярных и интенсивных занятий (тренировки не менее 4 часов в день 4–5 раз в неделю) [3]. Основными признаками «Спортивного сердца» является: брадикардия, артериальная гипотензия и гипертрофия миокарда [1].

Наиболее распространенной болезнью профессиональных спортсменов является гипертрофия левого желудочка. В норме левый желудочек приблизительно в 3 раза больше правого. При гипертрофии левого желудочка его преобладание еще больше выражено. Это связано с увеличением массы левого желудочка, обусловленным в основном утолщением и удлинением имеющихся волокон. Все это приводит к увеличению электродвижущей силы и вектора возбуждения левого желудочка [4].

Рассмотрим диагностические признаки гипертрофии левого желудочка. Диагноз гипертрофии левого желудочка в основном ставится на основании анализа ЭКГ (электрокардиограммы) в грудных отведениях. Для гипертрофии левого желудочка характерен высокий зубец R в отведениях V_5 , V_6 . Количественным признаком является $R_t > 10$ мм. Ширина комплекса QRS может быть несколько увеличена до 0,10–0,11 с или изредка несколько больше [4].

На рис. 1 представлен результат моделирования в среде MathCad, реализующий алгоритм выделения диагностических признаков гипертрофии левого желудочка. В программу добавляются два результата ЭКГ – нормальная (M) и с патологией ($M3$). Находится максимальное значение зубца R в обоих случаях. Увеличение по амплитуде (η) находится отношением максимальных значений патологической ЭКГ и нормальной. Смещение по горизонтали (Δ) определяется вычитанием значений абсцисс патологической и нормальной ЭКГ. При значении $\eta > 1$ и $\Delta > 0$ ставится диагноз гипертрофии левого желудочка.

По представленному алгоритму нетрудно разработать приложение, автоматизирующее процесс постановки данного диагноза, с использованием современных средств программирования и языков высокого уровня, например, таких как Python и C++. Это позволит создать современные автоматизированные системы постановки диагноза, что в свою очередь поможет сократить время приема пациента и разгрузить систему здравоохранения.



$\text{maxim} := M_0$

```

max := for i in 1..1000
      maxim ← Mi if Mi > maxim
      maxim
    
```

$\text{max} = 0.973$

```

maxi := for i in 1..1000
        if Mi > maxim
          maxim ← Mi
          k ← i
        k
    
```

$\text{maxi} = 474$

$\text{maxim3} := M3_0$

```

max3 := for i in 1..1000
        maxim3 ← M3i if M3i > maxim3
        maxim3
    
```

$\text{max3} = 1.5$

```

maxi3 := for i in 1..1000
         if M3i > maxim3
           maxim3 ← M3i
           k ← i
         k
    
```

$\text{maxi3} = 485$

Смещение по горизонтали

$$\Delta := \text{maxi3} - \text{maxi}$$

$$\Delta = 11$$

Увеличение по амплитуде

$$\eta := \frac{\text{max3}}{\text{max}}$$

$$\eta = 1.541$$

Рис. 1. Результат моделирования

Библиографический список

1. Дембо А. Г., Земцовский Э. В. ДЗО Спортивная кардиология: Руководство для врачей. Л.: Медицина, 1989. 464 с.
2. Гаврилова Е. А. Стрессорная кардиомиопатия у спортсменов // European Researcher 2012. № 24 (6–2). С. 961–963.
3. Скуратова Н. А. Спортивное сердце // Проблемы здоровья и экологии. 2010. С. 71–77.
4. Орлов В. Н. Руководство по электрокардиографии. 9-е изд., испр. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2017. 560 с.

УДК 608.4

В. В. Бульба

студент кафедры проблемно-ориентированных комплексов

О. О. Жаринов – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА УСИЛИТЕЛЯ КЛАССА D ПРИ РАЗНЫХ ЧАСТОТАХ ОПОРНОГО СИГНАЛА

Усилительные устройства широко используются в промышленности и бытовой технике. Существуют многочисленные схемотехнические решения для усилителей мощности (УМ), работающих в классах: А, АВ, В и D. Класс D постепенно вытесняет иные классы. Основным преимуществом усилителей мощности, работающих в классе D, по сравнению с усилителями других классов является высокий КПД. Такие усилители мощности можно встретить в: автомагнитолах, телевизорах, музыкальных центрах, звуковых картах компьютеров, и ряде других устройств. При этом в УМ класса D исключены такие искажения, которые присущи классу В – искажение типа ступенька, что очень хорошо сказывается на качестве звука [1]. Однако, усилители класса D вносят другие, специфичные только для них, искажения других типов.

Принцип работы УМ класса D состоит в том, что входной аналоговый сигнал сперва трансформируется в сигнал широтно-импульсной модуляции (ШИМ), полученные импульсы усиливаются с помощью мощных и быстродействующих транзисторов, работающих в ключевом режиме, после чего усиленный импульсный сигнал трансформируется обратно в аналоговый при помощи пассивных LC-фильтров, и подается на динамик. Высокий КПД и энергоэффективность достигается за счет того, что транзисторы выходного каскада УМ работают в импульсном режиме: транзистор либо закрыт, и тогда ток через него не протекает, либо открыт, пропуская большой ток, падение напряжения на нем при этом мало. Благодаря такому режиму работы, рассеиваемая мощность на транзисторах минимальна.

Для получения сигнала ШИМ входной звуковой сигнал подают на быстродействующий компаратор, где он сравнивается с сигналом задающего генератора. Задающий генератор формирует треугольный сигнал. От частоты задающего генератора существенно зависят основные характеристики устройства.

Исследование влияния частоты задающего генератора на характеристики усилителя класса D производится путем моделирования в программной среде Microcap 12. Схема разработанного УМ, работающего в режиме класса D, приведена на рис. 1. Для упрощения схемы усилителя необходимый для работы схемы генератор треугольного сигнала реализован в виде стандартного блока Microcap: (генератор triangle). Входной сигнал усилителя является гармоническим.

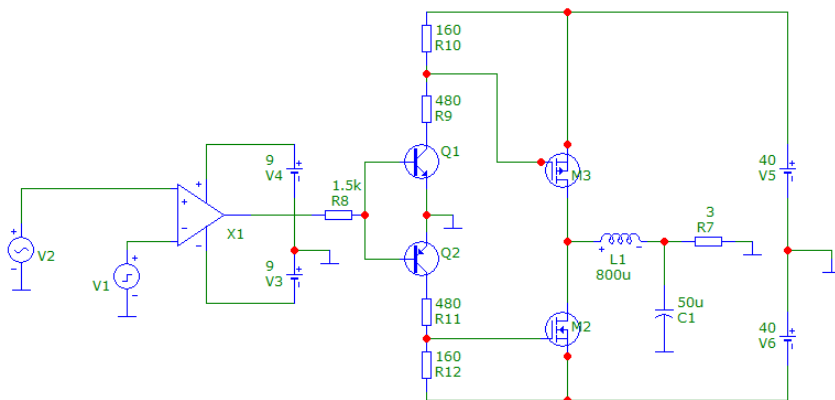


Рис. 1. Схема усилителя класса D

Для исследования гармонических искажений УМ зададим параметры генераторов. Амплитуда гармонического сигнала задана равной 5 мВ, частота 440 Гц, что соответствует ноте «ля» первой октавы. Данное усилительное устройство подразумевается для использования в качестве усилителя для сабвуфера звуковой системы, который предназначен для воспроизведения низких звуковых частот. Соответственно, усилитель будет усиливать частоты до 440 Гц. Размах треугольного сигнала составляет ± 5 мВ. Частоту генератора будем увеличивать дискретно до 1 МГц, с прогрессивным шагом. При каждом значении частоты генератора будет анализироваться спектр выходного сигнала на нагрузке 3 Ома, что соответствует реальному номиналу низкочастотного динамика. На рис. 2 изображен спектр выходного сигнала при частоте задающего генератора 10 кГц, на рис. 3 – при частоте 50 кГц, на рис. 4 – при частоте 100 кГц, на рис. 5 – при частоте 500 кГц, на рис. 6 – при частоте 1 МГц.

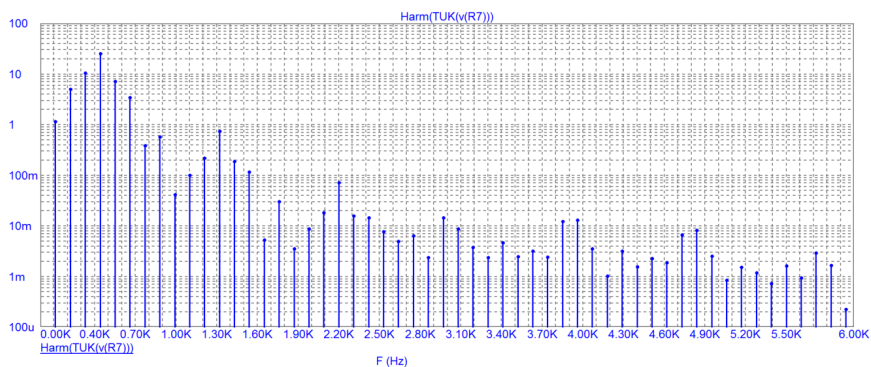


Рис. 2. Спектр выходного сигнала при частоте задающего генератора 10 кГц

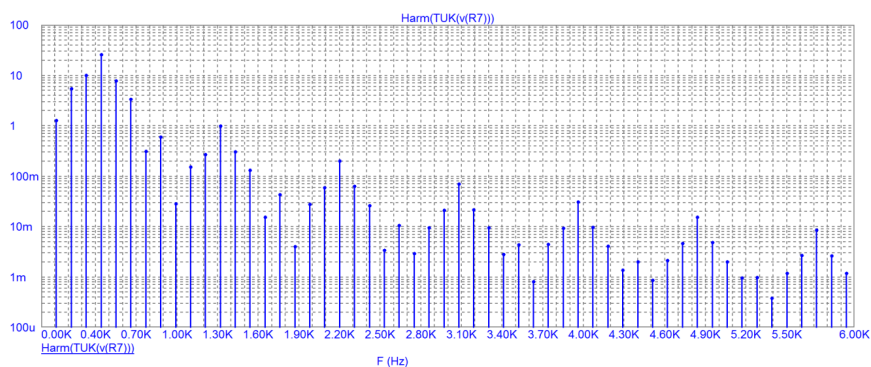


Рис. 3. Спектр выходного сигнала при частоте задающего генератора 50 кГц

Из рис. 2–6 видно, что при увеличении частоты сигнала задающего генератора, гармонические искажения уменьшаются.

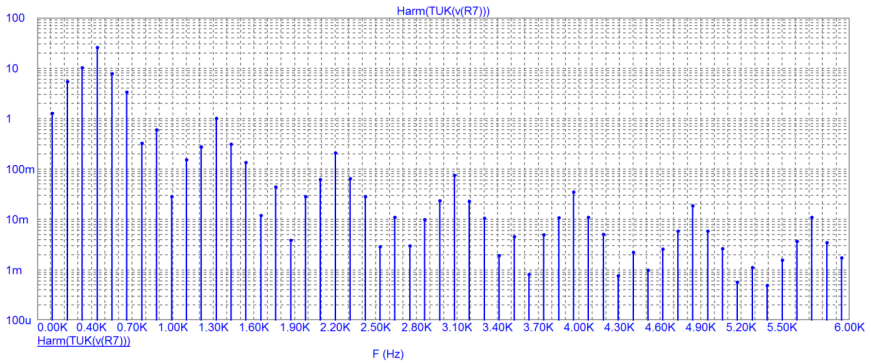


Рис. 4. Спектр выходного сигнала при частоте задающего генератора 100 кГц

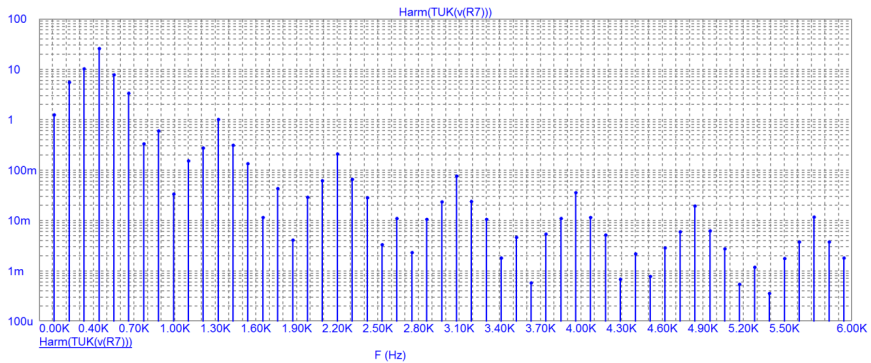


Рис. 5. Спектр выходного сигнала при частоте задающего генератора 500 кГц

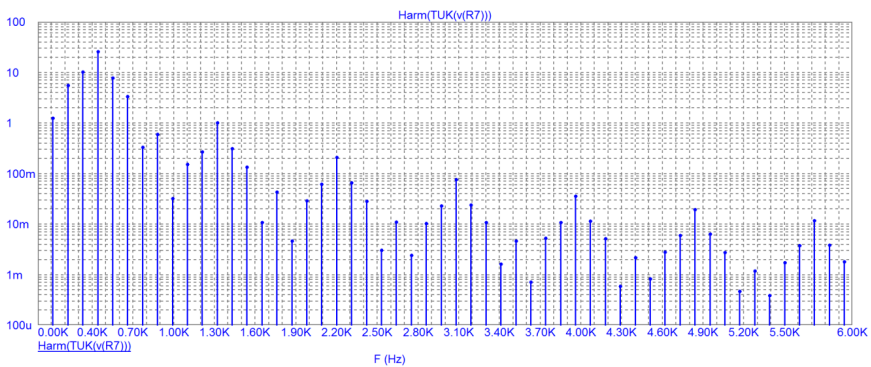


Рис. 6. Спектр выходного сигнала при частоте задающего генератора 1 МГц

Но для того, чтобы сделать объективный вывод, необходимо вычислить коэффициент нелинейных искажений – *THD*, выраженный в процентах, относительно основной гармоники:

$$THD = 100 * \sqrt{\frac{H_2^2 + H_3^2 + \dots + H_n^2}{H_1^2}}$$

где H_1 – амплитуда основной гармоники, H_2 – второй гармоники, H_3 – третий гармоники, H_n – n -й гармоники.

Для расчета THD будут использоваться только 5 высших гармоник, так как, исходя из спектрограммы усиленного сигнала, при разных частотах задающего генератора, амплитуда последующих гармоник является достаточно маленькой, а значит не будет вносить существенных изменений в коэффициент нелинейных искажений. В табл. 1 представлены амплитудные значения гармоник при разных частотах задающего генератора. В табл. 2 приведены значения коэффициента нелинейных искажений для различных значений частоты опорного генератора.

Таблица 1

Амплитудные значения гармоник

Частота	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6
10 кГц	36 В	0,845 В	1,3 В	0,053 В	0,246 В	0,09 В
50 кГц	36 В	1,2 В	0,234 В	0,081 В	0,029 В	0,014 В
100 кГц	36 В	1,16 В	0,235 В	0,083 В	0,04 В	0,022 В
500 кГц	36 В	1,1 В	0,24 В	0,085 В	0,037 В	0,021 В
1 МГц	36 В	1,1 В	0,229 В	0,084 В	0,037 В	0,021 В

Таблица 2

Значения THD

Частота	10 кГц	50 кГц	100 кГц	500 кГц	1 МГц
THD	4,37%	3,405%	3,298%	3,138%	3,132%

Из таблицы амплитудных значений гармоник видно, что при увеличении частоты задающего генератора амплитуды высших гармоник снижаются, но примерно после частоты в 500 кГц снижение становится крайне незначительным, и коэффициент нелинейных искажений достигает предельного значения в 3%. Таким образом, увеличение частоты задающего генератора до 1 МГц и выше для диапазона усиливаемых частот до 440 Гц, какой используется в сабвуферах, не имеет смысла по нескольким причинам:

- 1) коэффициент нелинейных искажений практически не уменьшится;
- 2) усилятся эффекты от высокочастотных излучений и наводок;
- 3) усложняется разводка печатной платы.

Дополнительно уменьшить коэффициент нелинейных искажений, возможно, удастся при использовании LC-фильтра более высокого порядка в схеме подключения нагрузки.

Библиографический список

1. Время Электроники. URL: <https://russianelectronics.ru/audiosiliteli-klassa-d-osobennosti-i-preimushhestva-chast-1-2/> (дата обращения: 14.03.2022).

УДК 004.932

Д. Ф. Виноградов

студент кафедры информационно-сетевых технологий

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СВЯЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА БИНАРНОМ ИЗОБРАЖЕНИИ

Проблема выделения связанных контуров на изображении тесно связана с проблемой распознавания образов, являющейся в настоящий момент одной из самых важных и значимых проблем в области обработки изображений. Задачи выделения графических объектов из фона остро стоят, например, при анализе биомедицинских изображений, локационных изображений и т. д. Наиболее простой подзадачей является выделение связанных контуров на бинарных изображениях. Предполагается при этом, что исходное изображение в градациях серого цвета подвергается первичной бинаризации, например, с использованием порогового уровня (все, что ниже порога в яркостной градации считается фоном, все, что выше – изображением). Большое значение при этом (с учетом помех различного свойства) уделяется дифференциации протяженных объектов (состоящих из не менее чем заданное количество пикселей) от одиночных объектов, представляющих собой различного рода артефакты, которые не следует принимать во внимание, и подсчету их количества. Для подобного рода идентификации целесообразно применять современные алгоритмы выделения связностей.

Для простоты в дальнейшем будем считать, что интересующие нас объекты после бинаризации имеют черный цвет (условная «1» в записи матрицы), а фон «окрашен» в белый цвет (условный «0» в записи матрицы).

Для выделения объектов на изображении необходимо осуществить выделение групп черных пикселей, являющихся «соседями» друг друга. Иначе говоря, объектами на заданном бинарном изображении являются связанные компоненты этого изображения.

Вообще говоря, связанная компонента – это множество «единичных» пикселей P , такое, что для каждой пары пикселей P_i и P_j из множества P каждые 2 пикселя, располагающиеся в последовательности рядом, являются «соседями».

Что подразумевается под термином «соседи»? Если рассматривать одиночный пиксель как квадрат, то можно выделить следующие ситуации: эти квадраты имеют общее ребро, вершину или не имеют ничего общего. У каждого квадрата есть 8 расположенных рядом с ним квадратных пикселей, имеющих с ним общую вершину; такие пиксели составляют «окрестность Мура» данного квадрата. Правомерно ли считать их «соседями» данного пикселя, если они имеют с данным пикселем только общую вершину? Или для этого два пикселя должны иметь общее ребро?

Для ответа на этот вопрос необходимо рассмотреть два типа связностей.

4-связность (прямая связность)

Понятие 4-связности подразумевает, что у каждого из черных пикселей из рассматриваемого множества существует как минимум одно общее ребро с потенциальными соседями. Такой тип связности иллюстрируется на рис. 1.

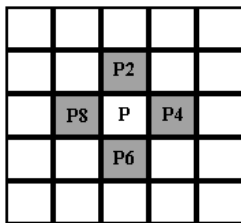


Рис. 1. 4-соседи пикселя P

Ниже на рис. 2 приводятся примеры 4-связных областей на изображениях.

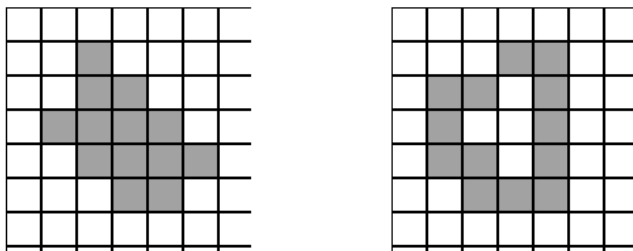


Рис. 2. Примеры 4-связных областей

8-связность (непрямая связность)

Понятие 8-связности связано с наличием у рассматриваемого черного пикселя соседей из окрестности Мура. Данный тип связности представлен на рис. 3.

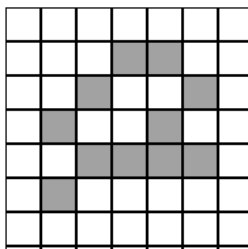


Рис. 3. Пример 8-связной области

Следует заметить, что любая 4-связная область также является и 8-связной, обратное, в свою очередь, неверно (см. пример на рис. 3 – данная область не является 4-связной).

Для решения задач выделения связанных медико-биологических изображений, как правило, используют понятие 4-соседство. Существует множество различных алгоритмов выделения подобных «соседей», они достаточно подробно, с указанием всех плюсов и минусов, разобраны в электронных источниках [1, 2] и печатных изданиях [3].

Остановимся подробнее на алгоритме однопроходного нерекурсивного алгоритма разметки с использованием ABC- маски [4].

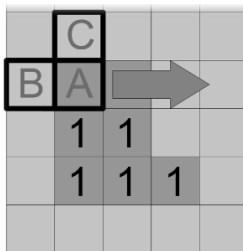


Рис. 4. ABC-маска и направление последовательного сканирования изображения


```

[[ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 1 1 1 0 2 2 2 0 3 3 3 0 4 4 4 0 5 5 5 0]
 [ 1 1 1 0 2 2 2 0 3 3 3 0 4 4 4 0 5 5 5 0]
 [ 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 6 6 6 0 7 7 7 0 8 8 8 0 9 9 9 0]
 [10 10 10 0 6 6 6 0 7 7 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 11 11 11 0 12 12 12 0 13 13 13 0 14 14 14 0]
 [15 15 15 0 11 11 11 0 12 12 12 0 13 13 13 0 14 14 14 0]
 [15 15 15 0 11 11 11 0 12 12 12 0 13 13 13 0 14 14 14 0]
 [15 15 15 0 11 11 11 0 12 12 12 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
 [ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]]
    
```

Рис. 8. Пример работы программы – результирующий массив

Из рассмотренного выше материала наглядно видно, что современные средства обработки изображений позволяют успешно решать задачу выделения и подсчета связанных объектов на бинарных изображениях.

Библиографический список

1. Алгоритмы обнаружения контуров изображения. URL: <https://habr.com/ru/post/467611/> (дата обращения: 14.03.2022).
2. Нахождение связанных областей на изображениях. URL: <https://www.mallenom.ru/company/publications/321/> (дата обращения: 14.03.2022).
3. Претт У. Цифровая обработка изображений. В 2 т. / Пер. с англ. М.: Мир, 1982.
4. Подсчет объектов на бинарном изображении. Ч. 1. URL: <https://habr.com/ru/post/119244/> (дата обращения: 14.03.2022).

УДК 004.5; 004.67

А. А. Гаффарова

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук – научный руководитель

РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ФИНАНСОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛИЧНЫХ РАСХОДОВ

В настоящее время остро стоит проблема распределения финансов. Многие люди часто сталкиваются с нехваткой денег, эмоциональными покупками, неспособностью распределить бюджет на месяц. В связи с этим актуальной задачей является необходимость отслеживания движения денежных потоков каждому человеку. Поэтому идея разработки финансового приложения, позволяющего контролировать расходы, является актуальной.

Необходимо выявить, какие функции в приложении являются приоритетными для пользователей. Для этого были опрошены студенты ГУАП трех направлений. На основании опроса были выделены приоритетные задачи: простой и понятный функционал, индивидуальный отчет по расходам в заданный период.

Особенность приложения – отслеживание всех видов трат и возможность группировки их по сферам, которые пользователь может определять самостоятельно.

Финансовое приложение по структуре состоит из трех слоев, представленных на рис. 1.

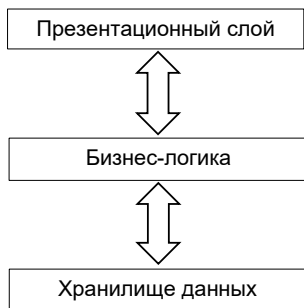


Рис. 1. Структура приложения

Слой данных реализован через такую систему управления базами данных (СУБД) SQLite [1]. Это реляционная база данных (БД), совместимая с SQL.

База данных состоит из трех таблиц. На рис. 2 представлены таблицы базы данных авторизации – с логинами и паролями.

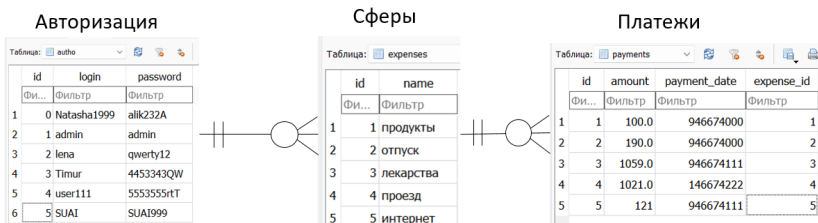


Рис. 2. Схема данных БД

Для каждого пользователя создается своя таблица со сферами расходов, которые вносит сам пользователь. Каждой сфере расходов соотносится таблица платежей по этой сфере, куда пользователь вносит самостоятельно сумму платежа и дату. Дата сохраняется как целое число – это число секунд с 1970-01-01 00:00:00 UTC. Презентационный слой реализован через PyQt [2] – это мультиплатформенная библиотека, которая работает на всех основных операционных системах, в том числе Unix, Windows и Mac OS.

Когда пользователь открывает приложение, ему необходимо войти в существующий аккаунт или создать новый. При регистрации отправляется SQL-запрос и в таблицу БД авторизации добавляется новый логин и пароль. При наличии такого логина в БД – пользователю выводится диалоговое окно с сообщением о невозможности использования логина. При попытке войти в существующий аккаунт производится проверка поля с паролем. После авторизации открывается главное окно приложения (рис. 3).



Рис. 3. Окна приложения

Слой бизнес-логики реализован на языке Python версии 3.8 с использованием множественных запросов в базу данных: добавление данных в таблицы пользователей, сфер и расходов; удаление данных из таблиц; фильтрация по датам и сферам расходов; и другая обработка данных из БД программными средствами.

В окне приложения «Расходы» необходимо внести сумму платежа, дату и выбрать сферу расходов (рис. 4). В окне «Настройки» возможно добавить индивидуальную сферу расходов, удалить ранее созданную или удалить платеж, записанный по ошибке (рис. 5).

Рис. 4. Страница «Расходы»

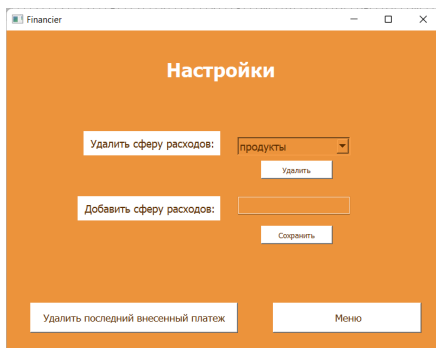


Рис. 5. Страница «Настройки»

В окне «Отчет» изначально в полях находятся данные по самому затратному дню и месяцу. Чтобы увидеть остальные данные пользователю необходимо нажать кнопку «Фильтровать» (рис. 6).

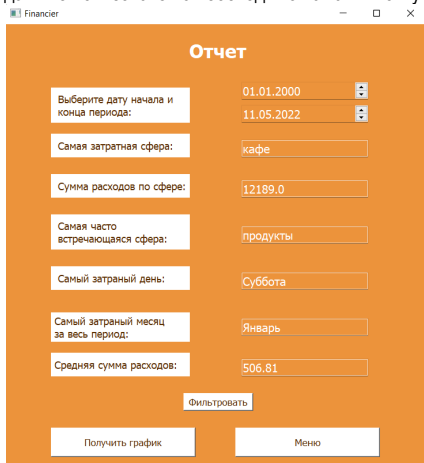


Рис. 6. Окно приложения «Отчет» после фильтрации

Пользователь вводит дату начала и конца периода для получения отчета. Дата по умолчанию помогает предотвратить ошибки. Период может быть задан как один день и как промежуток дат, но при введении даты конца периода меньше, чем начала – пользователю выводится диалоговое окно, представленное на рис. 7.

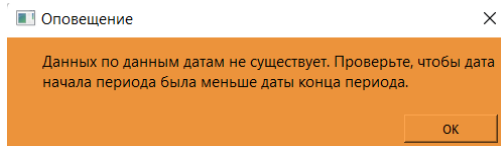


Рис. 7. Оповещение об ошибке

Изначально пользователю выводится информация о самом затратном дне и месяце за весь период. Для этого используется функция запроса к базе данных, по которой мы подсчитываем сумму платежей по каждой дате. Далее находится самая большая сумма и ее дата. Остается конвертировать дату, записанную в БД в секундах, перевода ее в привычный формат и сравнить со списком всех дней недели. После этого происходит проверка корректности значения и только после – вывод информации пользователю, так как в период по умолчанию данных может не оказаться. Функция для вывода наиболее затратного месяца за весь период работает аналогично, но вместо списка дней недели используется список месяцев.

После нажатия кнопки фильтрации выводятся данные о самой затратной сфере за период и общей сумме расходов по этой сфере. Для вывода этих данных сначала через SQL-запрос, в котором мы получаем все данные из таблицы платежей и сфер по id, необходимо получить все данные, находящиеся в промежутке дат между введенными. Далее по данным из прошлой функции подсчитывается сумма расходов по каждой сфере, сопоставленной по id.

По этим же данным SQL-запроса находится самая часто встречающаяся сфера. Подсчитывается количество платежей по каждой сфере в заданный период, пользователю выводится сфера с наибольшим значением.

Для нахождения средней суммы расходов подсчитывается количество сфер и общая сумма расходов по ним, сумма делится на количество сфер, производится проверка полученного значения и вывод информации пользователю.

Для вывода графика, пользователю необходимо выбрать вид графика и значения. Например, пользователь может выбрать столбчатую диаграмму за определенный период (рис. 8) или круговую диаграмму за весь период (рис. 9). Для этого используется запрос на получение всех данных по сферам с просуммированными платежами по ним, где дата платежа находится в диапазоне введенных пользователем дат. Если таких значений нет, то график построен не будет. Далее платеж сопоставляется со сферой по id сферы, формируется словарь из сфер платежей и расходов, где ключом является сфера расходов, а значением – сумма расходов (листинг 1). По данному словарю отображается график с помощью библиотеки «matplotlib» [3].



Рис. 8. Столбчатая диаграмма расходов по сферам за выбранным пользователем период

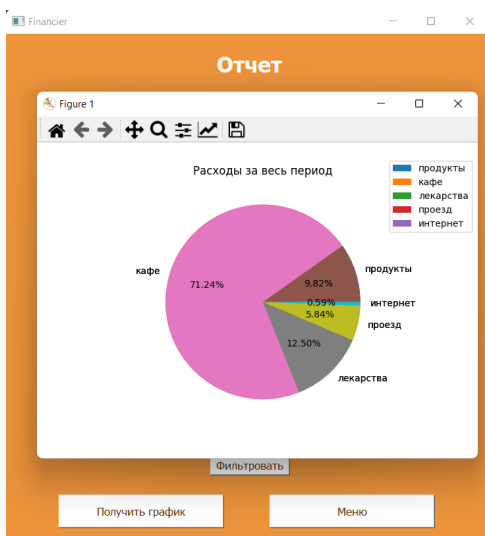


Рис. 9. Круговая диаграмма расходов по сферам за весь период

Листинг 1. Программная реализация функции построения круговой диаграммы

```
def krug():
with sqlite3.connect("database.db") as db:
db.row_factory = sqlite3.Row
paymentsCursor = db.cursor()
query = """SELECT expense_id, SUM(amount) as amount from payments GROUP BY expense_id"""
paymentsCursor.execute(query)
all_data = paymentsCursor
if paymentsCursor.rowcount == 0:
return "НЕТ ДАННЫХ"
amount = {}
for i in all_data:
amount[i["expense_id"]] = i["amount"]
cursor = db.cursor()
query = """SELECT id, name from expenses"""
cursor.execute(query)
result = {}
for item in cursor:
if item["id"] in amount.keys():
result[item["name"]] = amount[item["id"]]
else:
result[item["name"]] = 0
db.close()
fig1, ax1 = plt.subplots() # вывод круговой диаграммы
wedges, texts, autotexts = ax1.pie(result.values(), labels=result.keys(), autopct='%1.2f%%') # вывод значений в процентах
ax1.pie(result.values(), labels=result.keys()) # значения для диаграммы
ax1.legend(result.keys(), loc='upper left', bbox_to_anchor=(1.0, 1.1)) # легенда – какие данные и их расположение
```

```
plt.title("Расходы за весь период")  
plt.show()
```

Таким образом, было разработано полноценное кроссплатформенное финансовое приложение для контроля личных расходов.

Библиографический список

1. DB-API 2.0 interface for SQLite databases 2022. URL: <https://docs.python.org/3/library/sqlite3.html> (дата обращения: 09.03.2022).
2. PyQT5 Reference Guide 2021. URL: <https://www.riverbankcomputing.com/static/Docs/PyQt5/> (дата обращения: 17.03.2021).
3. Matplotlib: Visualization with Python 2021. URL: <https://matplotlib.org/> (дата обращения: 21.02.2022).

УДК 004.032.26

М. Д. Григорьев

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Н. Н. Григорьева – старший преподаватель – научный руководитель

СОЗДАНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОБУЧАЕМОЙ НЕЙРОСЕТИ

С развитием науки о данных наблюдается использование искусственного интеллекта для управления разнородными процессами, влияющими на жизнь пользователей и для автоматизации рутинных задач, требующих высоких затрат человеческих ресурсов. Одним из таких процессов является изучение и анализ редких языков.

Такие ведущие IT-компании как Google и Yandex используют нейросети для точного контекстного перевода простых предложений на большинстве существующих языков, а также для распознавания запечатленных на фотографиях символов для последующего их перевода [1]. Но даже IT-гиганты не могут удовлетворить всех потребностей пользователей, особенно если речь идет о специфических языках, таких, как древнеегипетский или шумерский. Подобные ныне мертвые наречия почти не используются в современной культуре, но представляют интерес для исследователей, путешественников и туристов и, следовательно, образуют отдельную малоосвоенную нишу для создания автоматизированных переводчиков.

В качестве входных данных лингвистического приложения предполагается использование основных символов древнеегипетского алфавита. Ожидаемыми результатами будут являться значения кода Гардинера, которые соответствуют каждому из распознанных символов [2, 3].

В ходе исследования предметной области в качестве аналогов разрабатываемой системы были рассмотрены Google-переводчик, сайт drevlit.ru и приложение «write in hieroglyphs». Критериями для сравнительного анализа являлись:

- простота использования,
- возможность перевода с русского языка на древнеегипетский,
- возможность ввода иероглифов (очень важно для начинающих специалистов и туристов, которые не знают всех изображений иероглифов, присвоенных множеству кодов Гардинера),
- возможность распознавания иероглифов по фото.

Ни один из изученных аналогов не соответствует полностью всем приведенным критериям. Это свидетельствует об актуальности проводимой работы по созданию собственного лингвистического приложения на основе нейросети.

Нейросеть работает следующим образом: получая изображение на входной слой нейронов, она формирует так называемый импульс, который будет нести в себе ответ распознавания. Каждый нейрон имеет множество входов, каждый из которых соответствует конкретному пикселю изображения.

Для настройки нейронов необходимо обучить сеть при помощи отдельного модуля, использующего тестовые изображения. Процесс обучения нейросети заключается в изменении весовых коэффициентов межнейронных связей. Поиск набора значений весов всех слоев сети, при котором входные данные отображаются правильным образом исходя из ответа нейросети, и называют ее обучением. Чтобы управлять процессом обучения, нужно иметь возможность определять, насколько получаемый ответ далек от ожидаемого.

Таким образом, для реализации машинного обучения в контексте лингвистических программ необходимы следующие составляющие:

- Эталонные входные данные
- Примеры ожидаемых результатов
- Способ оценки качества работы алгоритма

Математическая модель формального нейрона описывается уравнением [4]:

$$s = \sum_{i=1}^n w_i x_i + w_0, \quad y = f(s),$$

где y – выходной сигнал нейрона; $f(s)$ – функция активации нейрона; w_i – весовой коэффициент синаптической связи i -го входа; x_i – i -й входной сигнал нейрона; w_0 – начальное состояние (возбуждение) нейрона; $i = 1, 2, \dots$; i – номера входов нейрона; n – число входов.

Функция активации нейрона $f(s)$ определяет нелинейное преобразование, осуществляемое нейроном. Выбор необходимого вида функции зависит от множества факторов и специфики задачи; правильный выбор позволяет многократно сократить время для обучения нейросети. Наиболее распространенными функциями активации являются:

- полулинейная (Rectified Linear Unit) – чаще всего применяется при глубоком обучении, данная функция возвращает 0 при наличии аргумента с отрицательным значением, либо же возвращает само число;

- логистическая (сигмоидная) – используется для сглаживания значений величин в задачах логистической регрессии, удобна при использовании метода обратного распространения ошибки;

- симметричная (гиперболический тангенс) – полностью дифференцируема и удобна для решения задач медленного обучения нейронных сетей [5].

Среди способов машинного обучения в первую очередь рассматривают: обучение с учителем, обучение без учителя, обучение с частичным привлечением учителя, генеративно-сопоставительные нейросети (GAN), обучение с подкреплением.

При распознавании символов основной задачей является задача классификации, и, как правило, для ее решения используется либо обучение с учителем (на вход сети поступают полный набор данных, это самая простая модель, которая пытается воссоздать процесс обучения человека), либо обучение с частичным привлечением учителя (вся необходимая информация получается из небольшой части размеченных данных).

В отличие от задач по распознаванию таких разнообразных объектов как машины или животные, символы алфавита имеют четко выраженную структуру, что позволит сократить минимальное количество элементов обучающей выборки для достижения необходимого результата. Кроме того, некоторые символы иероглифической письменности отличаются какой-то незначительной, но важной для распознавания деталью, на которой стоит сделать акцент при отборе изображений для обучения [6].

При обучении с учителем в работе с нейросетью используется один из следующих алгоритмов: метод коррекции ошибки, метод обратного распространения ошибки и метод опорных векторов.

Для разработки системы распознавания иероглифических символов оптимальным представляется использование метода обратного распространения ошибки благодаря его простоте в реализации и устойчивости к встречающимся в данных аномалиям. Основная идея этого метода состоит в регулировании каждого веса связи в зависимости от его влияния на общую ошибку. Алгоритм предполагает прямой и обратный проход по всем слоям сети. В результате прямого прохода происходит генерация выходных сигналов, являющихся фактической реакцией сети на входной образ. Во время обратного прохода формируется сигнал ошибки. Этот сигнал впоследствии распространяется по сети в направлении, обратном направлению синаптических связей. Таким образом, при итеративном уменьшении ошибок для каждого веса, в итоге получится ряд весов, позволяющих делать хорошие прогнозы. Основным недостатком данного метода обучения в первую очередь является долгий процесс обучения, что легко компенсируется правильно созданной выборкой, позволяющей значительно уменьшить временные затраты.

В качестве примера была создана нейросеть в виде многослойного персептрона. Для данной нейросети были использованы методы обучения с учителем и обратного распространения ошибки. Как указано выше, при использовании данного метода оптимально использование сигмоидной функции активации.

В качестве тестовых образцов был сформирован набор всевозможных вариаций написания древнеегипетского иероглифа Анхх (рис. 1).

Прототип нейросети для распознавания иероглифических изображений был написан на языке Python. Фрагмент кода представлен ниже.

```
# создать экземпляр нейронной сети
n = neuralNetwork(input_nodes,hidden_nodes,output_nodes, learning_rate)
# загрузить в список тренировочный набор данных CSV-файла набора MNIST
```

```

training_data_file = open('/content/drive/MyDrive/Guap/train.csv', 'r')
training_data_list = training_data_file.readlines()
training_data_file.close()
# тренировка нейронной сети
# переменная epochs указывает, сколько раз тренировочный
# набор данных используется для тренировки сети
epochs = 5
    
```

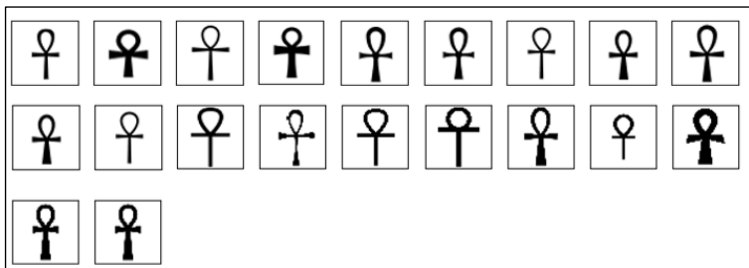


Рис. 1. Пример обучающей выборки

Результаты работы программы по распознаванию обучающих и тестовых образцов представлены на рис. 2 и 3:

```

[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1]
performance = 0.8666666666666667
    
```

Рис. 2. Результаты распознавания обучающих образцов

```

[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1]
performance = 0.65
    
```

Рис. 3. Результаты распознавания тестовых образцов

Невысокий процент распознавания тестовых образцов (всего 65%) можно объяснить малым размером обучающей выборки и небольшим количеством циклов обучения.

Таким образом, в ходе работы я рассмотрел основные методы создания и обучения нейронной сети, а также определил метод, подходящий для успешной работы алгоритма по распознаванию древнеегипетских иероглифов. Исходя из проведенного обзора, мной были выбраны метод обучения с учителем либо метод с частичным привлечением учителя, если для системы сложно подготавливать обучающую выборку. В качестве алгоритма распознавания мною был выбран метод обратного распространения. Был создан прототип нейросети для распознавания изображений при помощи языка Python.

В дальнейшем данные методы будут использованы для разработки словаря с функцией распознавания символов древнеегипетского иероглифического письма.

Библиографический список

1. Барцев С. И., Охонин В. А. Адаптивные сети обработки информации. Красноярск: Ин-т физики СО АН, 1986. 560 с.
2. Галушкин А. И. Синтез многослойных систем распознавания образов. М.: Букинист., 1974. 872 с.
3. Саймон Хайкин. Нейронные сети. Полный курс. 2-е изд. М.: Диалектика, 2019. 1104 с.
4. Тарик Рашид. Создаем нейронную сеть. М.: Диалектика, 2020. 272 с.
5. Sharma A. Understanding Activation Functions in Neural Networks, 2017. 4 с.
6. Frank Rosenblatt Principles of Neurodynamic: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms. М.: Мир, 2009. 240 с.

УДК 004.8

В. Ф. Губайдулин

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук – научный руководитель

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ СПОРТИВНОГО МЕРОПРИЯТИЯ

Введение

При просмотре какого-либо командного вида спорта трансляционная камера не способна охватить и показать все поле, так как угол обзора ограничен. Из-за этого просмотр трансляции становится недостаточно информативным для зрителей, так как зачастую невозможно оценить сполна задумку команды, например при построении и расположению игроков на игровом пространстве.

Во время игры в спортивный симулятор FIFA игрок также видит ограниченное поле глазами зрителя, однако для понимания ситуации на поле, игрок ориентируется по карте расположения игроков на поле в реальный момент. Было отмечено, что данная карта может быть очень полезной, если ее реализовать на настоящей трансляции и записи игры.

Была поставлена цель реализовать интеллектуальную систему определения объектов на спортивном мероприятии с использованием компьютерного зрения. Для достижения данной цели были поставлены задачи:

- изучить и реализовать работу с видеофайлом и определение объектов библиотекой OpenCV2 и сверточной нейронной сетью YOLOv3;
- изучить и реализовать трансформацию перспективы изображения библиотекой OpenCV2;
- собрать оптимизированное программное решение.

Описание структуры системы

В качестве исходного изображения решено использовать несколько статичных камер, равномерно расположенных по одной из сторон широкой части поля, чтобы охватить все поле. Используя такой метод поле делится на равные части, объекты на изображениях получаются не слишком маленькими, а значит их будет легче распознавать.

Для разработки и тестирования системы было решено использовать уже ранее записанный футбольный матч [1]. С видеоизображения будут считываться позиции игроков на поле в реальном времени, местоположения данных позиций будут конвертироваться на схему поля и отображаться на ней в виде точек. Разрабатываемая система состоит из нескольких модулей. Структура системы представлена на рис. 1.

Описываемая система написана на языке Python версии 3.9. Первым рассматриваемым блоком структуры системы, который отмечает за работу с изображением является OpenCV2.

Библиотека OpenCV2 позволяет работать с видео и фотоизображениями на различных языках программирования. OpenCV2 является одной из самых мощных библиотек для работы с изображением за счет уже реализованных методов нацеленных на преобразование цветов изображения, рисование фигур, вывод текста на изображение, встроенные методы для нахождения объектов на изображении по контурам, а также трансформацию перспективы изображения, которая необходима для реализации карты расположения игроков на поле в текущей системе [2].

Трансформация перспективы – преобразование и выравнивание исходного изображения для дальнейшей работы. Классическим примером трансформации перспективы является трансформация сфотографированного под углом изображения с листом бумаги и преобразование изображения так, чтобы страница отображалась как отсканированная на сканере, т. е. отображалась равно как вид сверху. Необходимо преобразовать футбольное поле и обнаруживаемые объекты так, чтобы они выглядели перпендикулярно воображаемой точке обзора сверху [3]. Пример трансформации перспективы представлен на рис. 2.

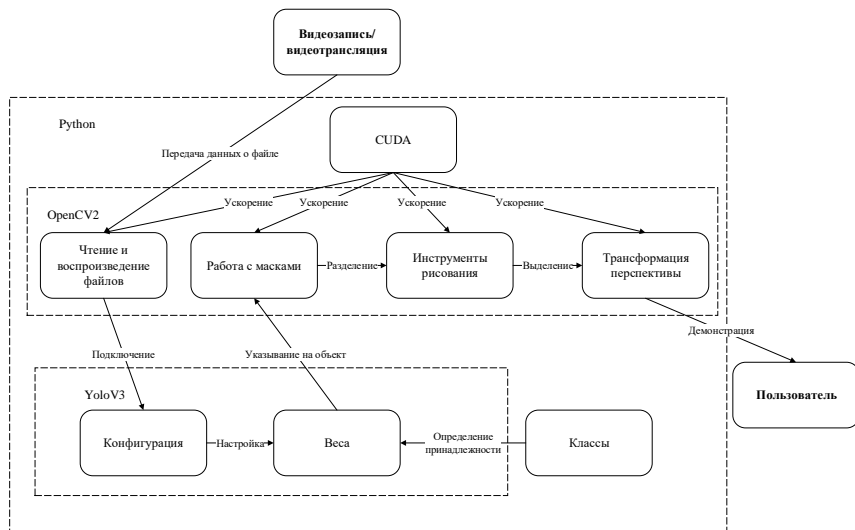


Рис. 1. Структура разрабатываемой системы

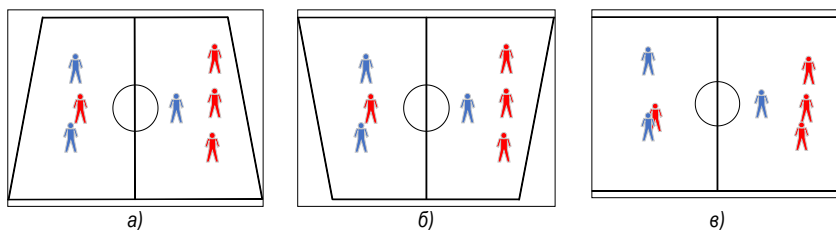


Рис. 2. Схематичный пример трансформации перспективы: а – исходное изображение до трансформации; б – обратно трансформированное изображение; в – трансформированное изображение

Следующим блоком структуры системы, который отвечает за обнаружение объектов является архитектура сверточной нейронной сети YoloV3.

Главная особенность YOLOv3 является то, что сеть делит целое изображение на сетку и предсказывает вероятность, что в выделенной части на изображении будет искомым объектом, который соберется из частичек сетки [4, 5]. Эти выделенные части заранее имеют вес, который указывает на предсказываемую вероятность. Эти предсказания распространяются на глобальный контекст изображения единожды, а не анализирует несвязные участки по несколько раз. Сама архитектура состоит из двух подключаемых блоков: конфигурационные настройки сети – непосредственно сама нейронная сеть, настроенная на работу с классами, а также веса – параметры, при которые информация будет переходить от одного нейрона к другому для заданных классов. Таким образом получается уже готовая натренированная нейронная сеть, которой необходимо предоставить нужные классы. Для разрабатываемой системы необходим только один класс – person (человек).

Последним блоком структуры системы, который отвечает за доступ к видеоадаптеру для вычислений, является Nvidia CUDA.

В стандартном режиме библиотека OpenCV2 способна задействовать только мощности ЦП для рендеринга изображений, видеоадаптер заблокирован. Поэтому необходимо реализовать сборку библиотеки с разблокированным доступом к видеокарте. Необходимо до установить драйвер CUDA от

Nvidia и при помощи программного обеспечения CMake собрать библиотеку, которая в дальнейшем будет использоваться. CMake является интерфейсом для сборки индивидуальной или кастомизированной библиотек.

После включения необходимых параметров библиотеки, была создана конфигурация, которая была установлена на интерпретатор Python от Anaconda, который является самым стабильным интерпретатором на данный момент. Таким образом была включена возможность задействовать видеоадаптер, тем самым увеличив производительность рендеринга и обработки изображения.

Реализация и работа системы

Внесены все необходимые пути к исходным файлам видеоизображения и схеме карте футбольного поля, обозначена какая версия сверточной сети будет использоваться и введены названия файлов конфигурации, весов и файла списка с обнаруживаемыми классами, обозначено какую комплектующую будет использовать система для расчета и рендеринга изображения, введены значения краев поля и соответствующие значения со схемы карты, введены диапазоны цветов, которые будут определяться на изображении, а также введены значения удовлетворяющие успешному обнаружению класса. Используя значения краев поля и соответствующие значения со схемы карты, применяется функция `cv2.getPerspectiveTransform(array img1, array img2)`, которая трансформирует перспективу видеоизображения, перенося ее на второе изображение карты поля. Данная функция принимает две переменных списка, первый список – список со значением координат четырех точек одного изображения, которое необходимо трансформировать, второй список – список со значением координат другого изображения, на которое необходимо перенести исходное изображение под нужной перспективой. С применением данной функции создан класс, который будет производить соответствие и конвертацию между пикселями с видео и схемой. Чтение видео и фото производится функцией `cv2.VideoCapture(str path)`, которая на вход получает путь файлов в системе. Объявление сверточной сети задается функцией `cv2.dnn.readNetFromDarknet(str pathToCfgr, str pathToWeight)`, которая принимает пути конфигурационного файла сети и распределенных весов.

Реализована функция, которая обнаруживает искомые объекты на видеоизображении. К тому же система способна определять к какой команде относится игрок на поле. Для текущей версии, обнаруженные объекты будут выделяться контуром цвета формы команды. На вход функции обнаружения передается уже обработанное сверточной сетью изображение и исходное необработанное изображение. Обработанное изображение необходимо для расчета соответствия объекта на изображении искомому классу. Исходное изображение необходимо для получения размеров ширины и высоты, а также для наложения цветовой маски на изображения для определения к какой команде принадлежит игрок.

В конце следует цикл, который проигрывает видео до его окончания. Внутри цикла каждый кадр видеопотока обрабатывается вышеуказанными функциями, найденные на этих кадрах игроки будут отмечаться на схеме карте поля.

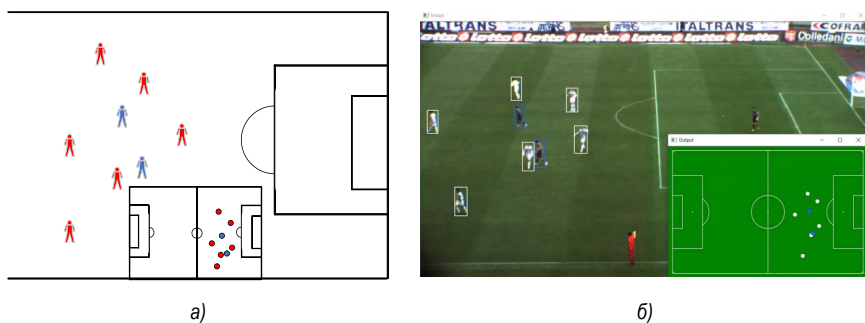


Рис. 3. Пример работы разработанной системы: а – схематичная работа системы; б – реальная работа системы

Во время работы системы, пользователь наблюдает два окна, на первом окне проигрывается видеоизображение записи футбольного матча, на котором в зависимости от цвета формы, разного цвета прямоугольниками выделяются игроки. На втором окне пользователь видит схему поля, по которому перемещаются разного цвета круги, которые соответствуют местонахождению игроков с первого окна. Пример выполнения разработанной системы представлен на рис. 3.

При тестировании замечено, что система ведет себя непредсказуемо, в случае, когда игроки разных команд находятся друг к другу слишком близко. В связи с этим, необходимо ввести модуль, который после обнаружения объекта будет вести трекинг игрока. Значительно снизится нагрузка на сверточную сеть, увеличится производительность, а само определение и обнаружение игроков станет более точным. Такой системой может стать SORT – простой алгоритм для трекинга объектов в видеоизображении.

Заключение

Реализована интеллектуальная система определения объектов на спортивном мероприятии с использованием компьютерного зрения. Для чтения видеофайла и отрисовки местоположений на карте используется библиотека OpenCV2. За определение игроков на поле отвечает сверточная нейронная сеть YOLOv3. Для оптимизации и ускорения вычислений использовалась технология Nvidia CUDA. Вся система работает на языке Python 3.9.

Библиографический список

1. D'Orazio T. [и др.]. A Semi-automatic System for Ground Truth Generation of Soccer Video Sequences // Sixth IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance. 2009. С. 559–564.
2. Прохоренок Н. OpenCV и Java. Обработка изображений и компьютерное зрение. СПб: БХВ-Петербург, 2018. 320 с.
3. Takezawa Y., Hasegawa M., Tabbone S. Camera-captured document image perspective distortion correction using vanishing point detection based on Radon transform // 23rd International Conference on Pattern Recognition. 2016. С. 3957–3968.
4. Николенко С., Кадулин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. СПб.: Питер, 2022. 480 с.
5. Redmon J. [и др.]. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2016. С. 779–788.

УДК 004.584

С. А. Доценко

магистрант кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турецкая – кандидат технических наук – научный руководитель

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА НА ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ЧАТ-БОТОВ

Пользователи любят общаться с компаниями через мессенджеры. Платформа Twilio опросила шесть тысяч человек и выяснила, что 85% из них хотели бы иметь возможность связаться с поддержкой через сообщения. По последним данным, 56% клиентов предпочтут мессенджер звонку на горячую линию, а 51% ожидают от компании моментального ответа в любое время суток [1].

Рассмотрим историю развития этой технологии до современного уровня. Первого в истории чат-бота назвали в честь героини пьесы Джорджа Бернарда Шоу «Пигмалион» Элизы Дулиттл. Программа ELIZA была написана Джозефом Вейценбаумом еще в 1966 г. По словам Вайценбаума, способность ЭЛИЗЫ "постепенно улучшаться" различными пользователями сделала ее похожей на Элизу Дулиттл, поскольку Элизу Дулиттл учили говорить с акцентом высшего класса в пьесе Шоу. Однако, в отличие от пьесы Шоу, ЭЛИЗА неспособна выучить новые образцы речи или новые слова только посредством взаимодействия. Изменения должны быть внесены непосредственно в активный скрипт ELIZA, чтобы изменить способ работы программы [2].

23 ноября 1995 г. Ричард Уоллес написал программу A.L.I.C.E. (Artificial Linguistic Internet Computer Entity), также называемый Alicebot или просто Алиса, – программа, которая уже способна на базовое общение с человеком. Применяя эвристические правила сопоставления фразы пользователя с образцами в базе данных, совмещая их, ведет диалог. Это одна из сильнейших программ в своем роде, и она трижды выигрывала премию Лебнера, присуждаемую опытным гуманоидным говорящим роботам. Однако программа не смогла пройти тест Тьюринга.

Конец 90-х гг. – начало эры современных чат-ботов, которые функционируют с использованием алгоритмов нейросетей. Конечно, алгоритмы достаточно простые, а обучающая выборка по современным меркам ничтожно мала. Первые представители нового поколения были Jabberwacky и Cleverbot, который был создан на его основе. Jabberwacky и Cleverbot не запрограммированы заранее, а учатся на основе ввода человеком: люди вводят текст в поле, и система находит все ключевые слова или точную фразу, соответствующую вводу. После поиска в сохраненных разговорах алгоритм реагирует на ввод, определяя, как человек ответил на этот ввод, ранее [3].

Через 10 с небольшим лет чат-боты получили технологию распознавания речи и были успешно интегрированы почти во все пользовательские устройства в качестве персональных ассистентов. Пионером в этой области стала компания Apple с персональным помощником Siri (Speech Interpretation and Recognition Interface). Сегодня технология персональных ассистентов получила новое развитие в качестве части системы управления различными устройствами, включенными в домашнюю сеть, так называемого «умного дома».

Какие виды чат-ботов бывают? Несмотря на развитие технологий чат-боты на основе меню являются наиболее распространенным типом чат-ботов. В большинстве случаев эти чат-боты представляют собой иерархии дерева решений, представленные пользователю в виде кнопок. Хотя этих чат-ботов достаточно для ответов на часто задаваемые вопросы, они не подходят для более сложных сценариев и являются самыми медленными с точки зрения доведения пользователя до желаемого значения.

Если можно предсказать типы вопросов, которые могут задать пользователи, на помощь приходят лингвистические чат-боты. Лингвистические или основанные на правилах чат-боты создают разговорные потоки, используя логику «если – то». Для их разработки нужно заранее определить, каков правильный ответ на вопрос, разработать автоматизированные тесты для проверки качества и согласованности системы, а также настроить языковые условия: оценка слов, их порядка, синонимов, распространенных способов формулировки вопроса и многого другого, чтобы гарантировать, что вопросы с одинаковым значением получат одинаковый ответ. Основная задача команды разработчиков – убе-

даться, что каждая перестановка и комбинация каждого вопроса определены, в противном случае чат-бот не поймет запрос пользователя. Вот почему лингвистическая модель, хотя и невероятно распространённая, может развиваться медленно [4].

Третий тип чат-ботов – это чат-боты, созданные с помощью машинного обучения. Такие чат-боты, работают на программном обеспечении искусственного интеллекта и более сложны, чем чат-боты, основанные на правилах, и, как правило, более разговорчивы. Со временем, работая с данными, они становятся более осведомленными о контексте, используют понимание естественного языка и применяют интеллектуальный анализ для персонализации пользовательского опыта. Однако, чат-бот с машинным обучением функционирует как черный ящик. Если что-то пойдет не так с моделью, может быть трудно вклиниться, не говоря уже об оптимизации и улучшении, что в сочетании с очень узким диапазоном сценариев, в которых статистические алгоритмы действительно превосходны, делают чат-боты, основанные исключительно на машинном обучении, непрактичным выбором [5].

Каждый вид чат-ботов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому неудивительно, что для создания универсальной технологии используются гибридные модели. Если сравнивать с методами машинного обучения, это позволяет создавать разговорные системы даже без данных, обеспечивает прозрачность работы системы, позволяет бизнес-пользователям понимать приложение и гарантирует, что сохраняется согласованная индивидуальность и что ее поведение соответствует ожиданиям бизнеса. В то же время это позволяет интеграциям машинного обучения выходить за рамки лингвистических правил, делать разумные и сложные выводы в областях, где трудно или даже невозможно создать только лингвистический подход [6].

Эволюция чат-ботов охватывает 50 лет. В последние годы развитие этой технологией усилилось за счет популярности мессенджеров, в которых некоторые люди стали проводить больше времени, чем в соцсетях и приложениях. Сегодня мессенджерами пользуется более 2,5 млрд пользователей, и данная цифра будет только увеличиваться [7]. Перспективы развития направления виртуальных ассистентов и чат-ботов связаны со следующими моментами.

Во-первых, будет реализовываться тенденция, связанная с персонализацией виртуального помощника, он станет более похож на человека, приобретет персональные черты и действительно сможет вести персонализированный контекстный разговор. Причем возможно не только наличие постоянного психотипа, как например у персонального ассистента Олега, разработанного группой «Тинькофф», но и изменение поведенческих и личностных характеристик «на лету» для того, чтобы подстроиться под конкретного собеседника.

Во-вторых, чат-боты будут приобретать специализацию в отдельных областях человеческих знаний. Станет появляться больше узкоспециализированных голосовых ассистентов, каждый из которых направлен на решение конкретных задач. При этом профессионализация виртуальных ассистентов будет расти. Виртуальные ассистенты смогут освоить профессии врачей, учителей, психологов и т. д. Таким образом, еще одна тенденция развития – это большая интеграция виртуальных помощников в трудовую деятельность человека. Gartner прогнозирует, что к 2025 г. 50% работников умственного труда будут ежедневно пользоваться виртуальным помощником. Помощью ассистентов будут пользоваться специалисты любого уровня. Например, существуют проекты, где веб-дизайнеры работают совместно с виртуальными ассистентами. Такие тенденции в развитии могут привести к созданию платформ, где сторонние разработчики будут создавать новые навыки для умных помощников.

Еще один вектор развития виртуальных помощников – это переход от аудио формата к визуальному. На смену «умным колонкам» приходят «умные экраны». Компания Amazon и Google уже выпускают такие устройства, в России первый умный экран разработала компания SberDevices. Технологии будут стремиться к омниканальному взаимодействию с пользователями, переключаясь между устройствами и форматами. Также стало активно развиваться направление цифровых аватаров. Разработки таких технологий активно ведутся и внедряются. Например, с осени 2020 г. на корейском телеканале MBN новости ведет виртуальный ведущий, а компания SberDevices запустила платформу Visper, где можно превратить текст в видеоролики с визуальным персонажем [8]. Образ визуального персонажа можно сформировать под свою задачу, выбрав одежду, причёску и даже голос. Также есть возможность добавлять жесты. Более того, уже сейчас возможно создание цифровой копии конкретного человека. В декабре 2020 г. компания Microsoft получила патент на создание разговорного чат-бота

конкретного человека. Алгоритм использует фотографии для создания трехмерного визуального образа, личную переписку для копирования стиля речи и образцы голоса для имитации голоса собеседника. Компания Eternime предлагает услугу по созданию цифрового аватара умершего человека для того, чтобы родственники и друзья могли продолжать общаться с ним [9].

Рассматривая современные методы разработки чат-ботов, необходимо отметить, что ключевым моментом в разработке чат-ботов является не написание программного кода, а проработка сценария, условий и логики работы чат-бота. Условно, функционирование чат-бота происходит по следующему сценарию:

1. Обмен информацией происходит через мессенджеры, чат на сайте, при помощи аудиосообщения и т. д.

2. Распознавание намерения – это анализ сообщения с целью распознать задачу.

3. Обработка действия – это работа на стороне сервера с целью сформировать ответ.

В зависимости от того, как должны быть реализованы эти компоненты зависит выбор инструментов разработки.

Можно использовать отдельные инструменты для каждого этапа сценария. Например, для преобразования речи в текст использовать сервис от «Тинькофф групп», для распознавания намерения и формирования ответа использовать нейросеть ruGPT-3 от SberDevices, а затем при помощи программного кода соединить эти компоненты с каналом связи и обработчиком действий. Это самый трудоемкий вариант. Уровень понимания пользователя при таком подходе может достигать 95%. При создании чат-бота в виде программного кода ограничивается круг лиц, кто может вносить изменения в настройки.

Можно использовать платформу, в которой уже заложены все основные компоненты для создания чат-бота. Например, использовать одну из следующих платформ: DialogFlow (Google), Wit.ai (Facebook), Azure Bot Service (Microsoft), Rasa Core (Open Source). Этот способ доступен специалисту с базовыми знаниями машинного обучения и опытом программирования. Настройка осуществляется при помощи визуального интерфейса, что расширяет круг лиц, которые могут вносить изменения. Уровень понимания пользователя достигает 80%.

Существуют также платформы, которые позволяют создать чат-бота без знаний в области программных языков и машинного обучения. Настройка и запуск происходят исключительно при помощи визуального интерфейса. На сегодняшний день существует более 50 таких платформ, где можно создать и запустить чат-бота. Например, платформа СберБизнесБот, позволяет создать и подключить к любому каналу общения (мессенджеры, социальные сети, сайт) чат-бота, выбрав его специализацию. Уровень понимания пользователя для таких решений не превышает 20%.

Таким образом, интенсивная интеграция технологий в жизнедеятельность человека и цифровая трансформация общества полностью изменили подход к разработке чат-ботов. Исчезла необходимость создания элементов технологии с нуля. Инструменты разработки становятся более доступными рядовому пользователю, а один разработчик может использовать передовые разработки технологических компаний в качестве элементов для создания уникального продукта. Чем совершенней становится технология, тем больше пользователей вовлекается в эту область, тем доступнее и разнообразнее становятся инструменты разработки.

Библиографический список

1. Lardinois F. Twilio study: most consumers now want to use messaging to interact with businesses. URL: <https://social.techcrunch.com/2016/09/12/twilio-study-most-consumers-now-want-to-use-messaging-to-interact-with-businesses> (дата обращения: 19.01.2022).
2. Weizenbaum J. ELIZA – A Computer Program for the Study of Natural Language Communication Between Man and Machine // Communications. 1966. № 9. С. 36–45.
3. Мельников А. Н. Эволюция чат-ботов: от душики Элизы до агрессивного параноика Тая. URL: <https://habr.com/ru/post/402013> (дата обращения: 20.01.2022).
4. Аймухамбетов О. К., Кульняязова К. С. Использование чат-ботов для повышения эффективности бизнеса // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине. 2018. С. 185–188.

5. Даровская М. Чат-боты: для чего нужны и как создать. Гайд для тех, кто еще не разобрался. URL: <https://skillbox.ru/media/marketing/gayd-chatboty> (дата обращения: 20.01.2022).
6. Канева И. Ю., Зиберов М. В. Чатботы как средство коммуникации в информационном обществе // Инструменты современной научной деятельности. 2017. С. 33–36.
7. Clark S. The Difference Between Traditional Chatbots and Conversational AI URL: <https://www.cmswire.com/digital-experience/why-conversational-ai-is-so-much-more-than-a-chatbot> (дата обращения: 19.01.2022).
8. Умные помощники: обзор рынка, тренды и перспективы. URL: <https://ict.moscow/news/voice-assistants-2021> (дата обращения: 20.01.2022).
9. Ursache M. The Journey to Digital Immortality. URL: <https://medium.com/@mariusursache/the-journey-to-digital-immortality-33fcbd79949> (дата обращения: 20.01.2022).

УДК 615.47

Н. П. Дубина

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

О. О. Жаринов – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

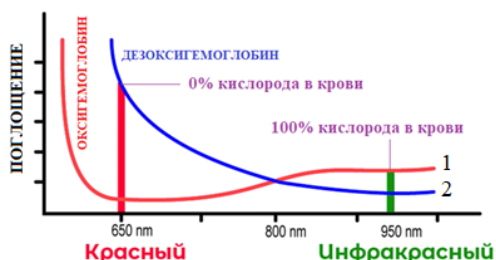
РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПУЛЬСОКСИМЕТРА НЕИНВАЗИВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Введение

В настоящее время проблема измерения сатурации неинвазивным способом исключительно актуальна. В случае падения уровня сатурации до показателя 94% требуется медикаментозное лечение, а при уменьшении показателя до 91% осуществляется неотложная госпитализация [1, 2]. Признаки гипоксии можно отслеживать в домашних условиях при помощи пульсоксиметра, который определяет насыщенность крови кислородом в течении пары минут.

Принцип пульсоксиметрии

Пульсоксиметрия составляет измерение поглощения света определенной длины волны гемоглобином крови. Гемоглобин служит своего рода фильтром, причем «цвет» и «толщина» этого естественного фильтра могут меняться. Дезоксигемоглобин интенсивно поглощает красный свет, слабо задерживая инфракрасный. Оксигемоглобин хорошо поглощает инфракрасное излучение, слабо задерживая красное [1]. Данные утверждения отражены на графиках (рис. 1).



*Рис. 1. Графики, отображающие зависимость поглощения света оксигемоглобином и дезоксигемоглобином при различных излученных длинах волн:
график 1 – поглощение света оксигемоглобином;
график 2 – поглощение света дезоксигемоглобином*

На данный момент используются две методики пульсоксиметрии: трансмиссионная и отраженная. Трансмиссионная методика основывается на анализе светового потока, который пропускается через ткани организма. В свою очередь, суть отраженной методики заключается в анализе светового потока, отражаемого тканями организма.

В состав датчика пульсоксиметра входят два светоизлучающих диода, излучающих в красном и инфракрасном диапазоне. На противоположной части датчика располагается фотодетектор, который определяет интенсивность падающего на него светового потока. В качестве фотодетекторов обычно применяют фотодиоды для каждого диапазона длин волн. Существуют фотодетекторы, способные измерять излучение обоих светодиодов [2].

Разработка пульсоксиметра на основе модуля Arduino

После изучения принципа работы неинвазивных пульсоксиметров, а также ознакомившись с описанием уже реализованных проектов в рассматриваемой предметной области [3 – 6], была разра-

ботана функциональная схема пульсоксиметра на основе платы Arduino NANO. Функциональная схема представлена на рис. 2. В состав пульсоксиметра, помимо модуля Arduino, входят два светодиода, широкополосный фотоприемник и устройство индикации (OLED display).

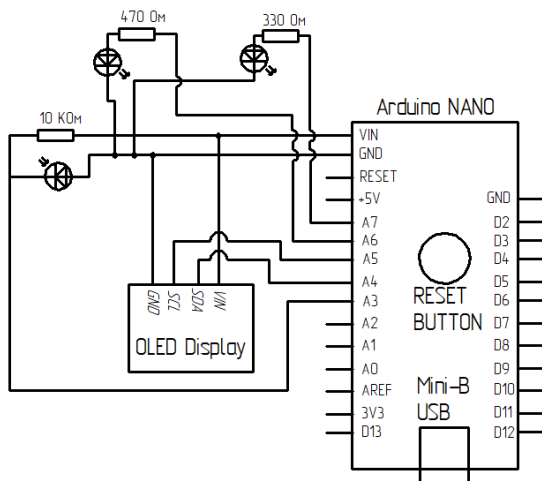


Рис. 2. Функциональная схема разрабатываемого пульсоксиметра

Плата Arduino NANO обеспечивает работу всей схемы. Красный и инфракрасный светодиоды подключены к портам A7 и A6 платы Arduino NANO через балластные резисторы, что является стандартным схемотехническим решением. Каждый светодиод будет излучать свет только когда на соответствующем выводе модуля Arduino появится напряжение высокого уровня (+5 В). Управление состояниями выводов осуществляется программно.

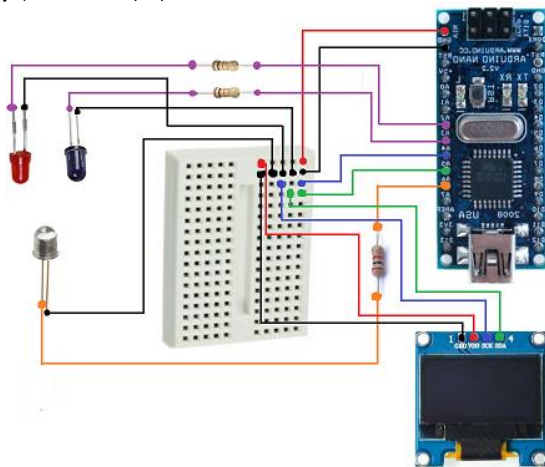


Рис. 3. Схема макетирования разрабатываемого пульсоксиметра

Фотоэлемент подключен по стандартной схеме в фотодиодном режиме работы, через балластное сопротивление. В зависимости от уровня освещенности напряжение в точке соединения фотодиода и балластного резистора будет изменяться. Таким образом, задача измерения сводится к измерению этого напряжения, поэтому данный сигнал подключен к аналоговому входу АЗ платы Arduino NANO. При помещении пальца обследуемого в зону облучения, фотодиод будет отслеживать процессы изменения пульсации крови и насыщения ее кислородом и передавать сигнал микроконтроллеру для дальнейшей обработки и измерения сатурации.

Подключение дисплея (модуль OLED Display) осуществляется по стандартному интерфейсу. Выводы питания подключаются к VIN и GND платы Arduino, а к выводам А5 и А4 подключаются выводы, отвечающие за последовательный интерфейс передачи данных (выводы синхронизации SCL и данных SDA соответственно).

После подключения всех необходимых модулей, плата Arduino NANO подключается через разъем USB port к ПК. Тем самым, обеспечивается подача необходимого напряжения +5V для работоспособности платы и всех модулей, подключенных к ней. При реализации автономного устройства вместо подключения к порту USB можно будет использовать аккумулятор.

На рис. 3 представлена схема макетирования разрабатываемого пульсоксиметра.

Заключение

В результате выполнения работы была предложена аппаратная реализация пульсоксиметра на основе модуля Arduino, позволяющего осуществлять измерения сатурации неинвазивным методом.

Библиографический список

1. Шурыгин И. А. Мониторинг дыхания: пульсоксиметрия, капнография, оксиметрия. СПб.: Невский Диалект. М.: БИНОМ, 2000. 301 с.: ил.
2. Многопрофильный медицинский центр. Методическое пособие по пульсоксиметрии. Ч. 1. URL: <https://centrsna.by/articles/zabolevaniya/metodicheskoe-posobie-po-pulsoksimetrii-chast-1/> (дата обращения: 18.05.2022).
3. Про СМП. Как работает пульсоксиметр. URL: <https://www.watch?v=kU8XKx7tOnk> (дата обращения: 18.05.2022).
4. Мир микроконтроллеров. Пульсоксиметр на основе платы Arduino и датчика MAX30100 своими руками. URL: <https://mikrokontroller.ru/arduino-projects/pulsoksimetr-na-osnove-platy-arduino-i-datchike-max30100-svoimi-rukami/> (дата обращения: 18.05.2022).
5. Хабр. Пульсоксиметр своими руками. URL: <https://habr.com/ru/post/506220/> (дата обращения: 18.05.2022.)
6. Instructables circuits. DIY Pulse Oximeter. URL: <https://www.instructables.com/DIY-Pulse-Oximeter/> (дата обращения: 18.05.2022).

УДК 004.051

М. О. Жовтяк

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАВСЕЛЕННЫХ В РОССИИ

В настоящее время в мире наблюдается тенденция к развитию технологии метавселенных. Согласно оценке международной финансовой организации Citibank объем рынка метавселенных к 2030 г. достигнет 13 трлн долларов США [1]. Прежде всего интересно, каковы перспективы развития этого рынка в отечественной IT-индустрии, может ли Россия войти в тренд развития этой технологии, извлечь выгоду из нового богатого рынка.

Метавселенная – это постоянно действующее виртуальное пространство, в котором люди могут взаимодействовать друг с другом и с цифровыми объектами через свои аватары, с помощью технологий виртуальной реальности. В данный момент данная технология находится лишь на стадии зарождения [2]. Аналитики ABI Research предупредили, что рынок только зарождается и требуется как минимум 5 лет для создания полноценных продуктов [3]. Большая срок и широкая цитируемость технологии в СМИ позволяет предположить оценку готовности метавселенной: в данный момент на цикле зрелости Gartner (рис. 1) находится на стадии пика завышенных ожиданий. Такое положение дел говорит о том, что технология прошла стадию зачатия – существуют определенные наработки и концепция видения будущего, но метавселенным еще предстоит столкнуться с решением предстоящих перед ней проблем, такими как:

- не существует единого кроссплатформенного решения;
- высокая стоимость серверов для развертывания виртуального пространства;
- недостаток мощностей телекоммуникационного оборудования;
- конфиденциальность и защита данных пользователей;
- сопротивление со стороны государств по отношению к децентрализованным информационным системам.



Рис. 1. Положение метавселенных в цикле Gartner

Теперь необходимо оценить готовность данной технологии в отечественном пространстве. Развитие цифровой экономики – одно из приоритетных направлений для крупных стран, в том числе и России. Правительство Российской Федерации в лице Министерства цифрового развития РФ осуществляет проект «Цифровая экономика», которая имеет такие направления, как «Цифровые технологии», «Искусственный интеллект», «Информационная инфраструктура», которые предполагают финансирование IT-индустрии. В данном случае метавселенная является уникальной, так как включает в себя следующие технологии [4]:

- дополненная реальность (AR);

- интернет вещей (IoT);
- пятое поколение мобильной связи 5G;
- искусственный интеллект (AI);
- цифровая валюта.

Упомянутые выше технологии на данный момент являются флагманами развития индустрии, и их развитие является основополагающим для развития виртуального пространства. Также они сочетаются в рамках видения концепции цифровой экономики правительством России, где они могут стать следствием появления метавселенных в стране. Но в данный момент только одна компания в России заявила о создании метавселенной [5]. Ссылаясь на этот факт, можно с уверенностью сказать, что IT-инфраструктура в РФ не может предложить бизнес-сектору комфортные условия для развития технологии и страна еще не готова содержать и совершенствовать метавселенные. В свою очередь, фундаментальным элементом существования метавселенных является технология 5G, которая могла бы обеспечивать качество соединения пользователя с виртуальным пространством. К сожалению, в 2022 г. технология 5G находится только в тестовом этапе перед запуском в России, поэтому с технической точки зрения появление метавселенных невозможно.

Существуют юридические проблемы регулирования такой технологии. Метавселенная предполагает доминирование цифровых валют, включающее в себя использование криптовалют, и концепцию цифровых двойников. Этот вопрос важен, так как государственное управление ставит перед собой задачу защиту киберпространства России. В данный момент ни существует как такового налогового контроля над сделками в виртуальном пространстве, ни способа легализации децентрализованных систем в России, ни гарантий со стороны государства о защите криптовалют, ни защиты прав цифровых двойников граждан.

Таким образом, учитывая недостаток развитости элементов виртуального пространства и отсутствие законодательной базы данного вопроса, можно утверждать, что перспективы развития метавселенных в России на данный момент достаточно туманны.

Библиографический список

1. Citi says metaverse economy could be worth \$13 trillion by 2030. URL: <https://fortune.com/2022/04/01/citi-metaverse-economy-13-trillion-2030/> (дата обращения: 12.05.2022).
2. Алабина Т. А., Дзангиева Х. С., Юшковская А. А. Метавселенная как глобальный тренд экономики // Экономика. Профессия. Бизнес: сб. ст. Барнаул, 2022. С. 5–12.
3. Tech Trends That WON'T Happen in 2022: The Metaverse, Mainstream Companion Robots, Edge Computing Boom, or New Vehicle Sales Bounce Back – to Name a Few. URL: <https://www.abiresearch.com/press/tech-trends-that-wont-happen-in-2022-the-metaverse-mainstream-companion-robots-edge-computing-boom-or-new-vehicle-sales-bounce-back-to-name-a-few/> (дата обращения: 12.05.2022).
4. Gartner: What Is a Metaverse? URL: <https://www.gartner.com/en/articles/what-is-a-metaverse> (дата обращения: 12.05.2022).
5. Forbes: Первая компания в России объявила о создании метавселенной. URL: <https://www.forbes.ru/tekhnologii/447171-pervaa-kompania-v-rossii-ob-avila-o-sozdanii-metavselennoj> (дата обращения: 12.05.2022).

УДК 621.396.67.012.12

П. А. Корепин

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

В. И. Исаков – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

КОСВЕННАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ АНТЕННЫ НА ЛЕТАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ

Во всех самолетах от гражданской авиации до военных истребителей есть радиолокационная антенна, выполняющая обзор земной или водной поверхности, или пространства в передней полусфере. Важно, чтобы радиолокационное изображение (РЛИ), отображаясь на многофункциональном индикаторе (МФИ), имело минимум искажений, для получения точных результатов обзора земной поверхности (ОЗП) и для точного определения параметров цели.

В течение полета летательного аппарата, в следствие ветра, турбулентности, и других факторов, появляются угловые отклонения по всем трем осям самолета – угол γ между поперечной осью OZ и осью OZg нормальной системы координат, называют креном, угол ν между поперечной осью OY и вертикальной плоскостью OYg называют углом тангажа, а угол ψ между продольной осью OX и проекцией продольной оси OX на горизонтальную плоскость $OXgZg$ нормальной системы координат называют углом рысканья. На рис. 1 показаны углы между осями связанной системы координат (антенной) и нормальной системой координат (земной) [1].

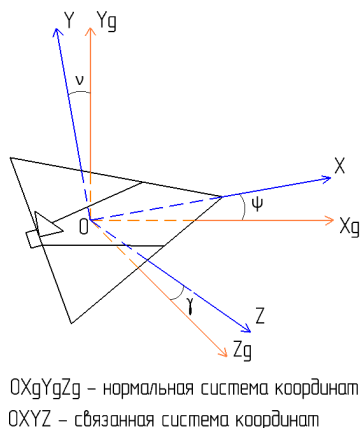


Рис. 1. Углы между нормальной и земной системой координат

Такие отклонения называются эволюциями самолета. Данные эволюции в течение полета влияют на радиолокационное изображение, а также на точность определения параметров цели.

Чтобы компенсировать искажения РЛИ при эволюциях самолета необходимо стабилизировать антенну относительно точки на земной поверхности.

Существует два вида стабилизации антенны на летательном аппарате. Первый вид – это непосредственная стабилизация. На рис. 2 показана схема непосредственной стабилизации [2].

Антенна крепится к подвесу. Этот подвес удерживается в неизменном относительно плоскости горизонта и заданного азимута положении, путем введения углов эволюций самолета на двигатели вращения подвеса вокруг осей стабилизации. Гироскопическое устройство (ГУ) определяет углы эволюций, которые с помощью следящих приводов вводятся в стабилизирующее устройство (СУ), к которому прикреплен подвес с антенной. Таким образом, между антенной и самолетом есть устройство стабилизации антенны.

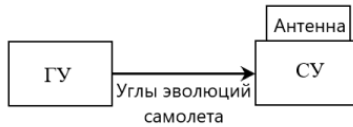


Рис. 2. Схема непосредственной стабилизации антенны

Второй вид стабилизации – косвенная стабилизация антенны. На рис. 3 показана схема косвенной стабилизации антенны.

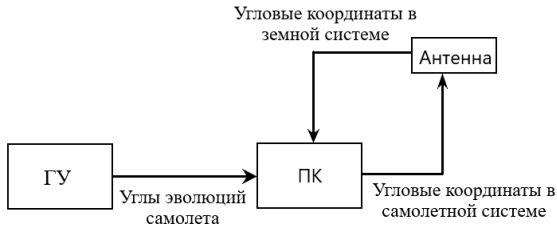


Рис. 3. Схема косвенной стабилизации антенны

В этом случае антенна жестко крепится к самолету без системы стабилизации между ними. Стабилизация происходит за счет введения поправок на вращение антенны относительно осей наведения. Сущность косвенного метода стабилизации состоит в преобразовании угловых координат, характеризующих заданное положение оси измерительного устройства (ИУ) в земной системе, в соответствующие угловые координаты, отнесенные к самолетной системе, и во введении их в ИУ. Задача преобразования угловых координат осуществляется с помощью преобразователей координат (ПК), на вход которых поступают углы эволюций самолета от ГУ. Также в ПК поступают угловые координаты направления на точку стабилизации, находящуюся на земной поверхности. ПК преобразует их в координаты, отнесенные к самолетной системе, которые вводятся в систему наведения антенны, благодаря чему антенна будет сохранять направление на заданный ориентир, не зависимо от углов эволюций самолета.

На рис. 4 показано векторное представление пеленга следа диаграммы направленности антенны (ДНА) P_{dn} .

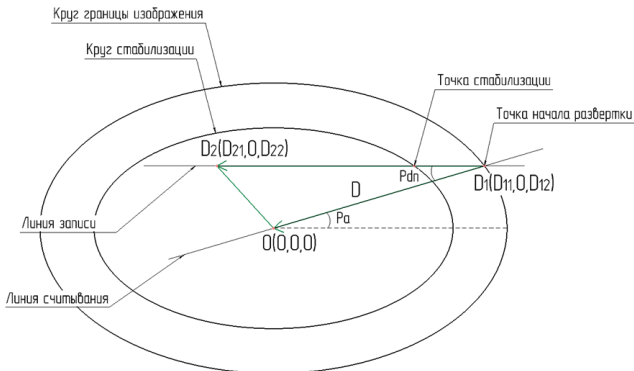


Рис. 4. Векторное представление пеленга следа диаграммы направленности антенны (ДНА) P_{dn}

След ДНА описывается посредством пересечения двух плоскостей OH_1D_1 и $D_1D_2H_1$ с поверхностью «земли» в нормальной системе координат $OxgYgZg$. Координаты точек $D_2(D_{21}, 0, D_{22})$, $D_1(D_{11}, 0, D_{12})$ рассчитываются следующим образом:

$$D_{11} = D \cdot \cos(Pa); \tag{1}$$

$$D_{12} = D \cdot \sin(Pa); \tag{2}$$

$$D_{21} = D \cdot \operatorname{tg}(Pa) \cdot \sin(Pa); \tag{3}$$

$$D_{22} = -D \cdot \sin(Pa). \tag{4}$$

Угол P_{dn} рассчитывается, как угол между соответствующими векторами D_1O и D_1D_2 , являющимися следами плоскостей OH_1D_1 и $D_1D_2H_1$ на плоскости круга границы изображения [3].

Координаты векторов D_1O и D_1D_2 рассчитываются следующим образом:

$$D_1O = (X_0 - D_{11}, 0, Z_0 - D_{12}); \tag{5}$$

$$D_1D_2 = (D_{21} - D_{11}, 0, D_{22} - D_{12}). \tag{6}$$

Угол между векторами D_1O и D_1D_2 определяется следующим образом:

$$P'_{dn} = \arccos \left(\frac{(D_1O \cdot D_1D_2)}{|D_1O| \cdot |D_1D_2|} \right). \tag{7}$$

Если самолет меняет свое положение в воздухе на соответствующие углы крена γ и тангажа ν , то изменяется след ДНА. Следовательно, чтобы стабилизировать заданную точку стабилизации, необходимо зафиксировать положение вектора D_1D_2 , проходящего через точку стабилизации, и пересчитать координаты вектора D_1O в соответствии с эволюциями самолета по крену и тангажу следующим образом:

$$D_1O' = D_1O \cdot \mathbf{A}, \tag{8}$$

где \mathbf{A} называется матрицей преобразования координат или преобразующей матрицей и рассчитывается как:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\gamma) & \sin(\gamma) \\ 0 & -\sin(\gamma) & \cos(\gamma) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(\nu) & \sin(\nu) & 0 \\ -\sin(\nu) & \cos(\nu) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \tag{9}$$

В итоге, пеленг следа ДНА рассчитывается, учитывая новое положение самолета посредством расчета координат вектора D_1O' :

$$P_{dn} = \arccos \left(\frac{(D_1O' \cdot D_1D_2)}{|D_1O'| \cdot |D_1D_2|} \right).$$

Расчеты производились при эволюциях самолета, представленных в табл. 1. Пеленг антенны изменяется в пределах, указанных в табл. 2.

Таблица 1

Значения эволюций самолета (ϑ – тангаж; γ – крен)

$\vartheta, ^\circ$	5	10	15	0	0	0	5	10	15	10
$\gamma, ^\circ$	5	10	15	5	10	15	0	0	0	5

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

$\vartheta_1, ^\circ$	5	20	0	5	20	10	20	15	20	20
$\gamma_1, ^\circ$	10	0	20	20	5	20	10	20	15	20

Таблица 2

Значения пеленгов антенны P_a

$P_a,$	-75	-60	-45	-30	0	30	45	60	70
--------	-----	-----	-----	-----	---	----	----	----	----

Проведем расчеты в среде Mathcad. На рис. 5 представлена программа пересчета пеленгов ДНА с учетом косвенной стабилизации.

```

-74.582 -59.535 -44.469 -29.404 0.262 29.404 44.469 59.535 74.582 |
-74.53 -59.34 -44.982 -28.421 1.452 28.421 44.982 59.34 74.53 |
-74.443 -59.021 -43.048 -27.066 3.58 27.066 43.048 59.021 74.443 |
-75.033 -60.057 -45.996 -30.057 0 30.057 45.996 60.057 75.033 |
-75.132 -60.229 -45.263 -30.227 0 30.227 45.263 60.229 75.132 |
-75.302 -60.52 -45.596 -30.512 0 30.512 45.596 60.52 75.302 |
-74.567 -59.543 -44.534 -29.543 0 29.543 44.534 59.543 74.567 |
-74.469 -59.373 -44.337 -29.371 0 29.371 44.337 59.373 74.469 |
-74.306 -59.088 -44.904 -29.08 0 29.08 44.904 59.088 74.306 |
-74.467 -59.3 -44.143 -29.037 0.528 29.037 44.143 59.3 74.467 |
-75.064 -60.04 -44.535 -29.379 0.522 29.379 44.535 60.04 75.064 |
-74.08 -58.289 -43.132 -28.26 0 28.26 43.132 58.289 74.08 |
-75.549 -61.34 -46.468 -31.311 0 31.311 46.468 61.34 75.549 |
-75.438 -61.005 -45.467 -30.073 1.428 30.073 45.467 61.005 75.438 |
-74.046 -58.008 -42.292 -27.136 1.40 27.136 42.292 58.008 74.046 |
-75.262 -60.165 -44.353 -28.34 3.271 28.34 44.353 60.165 75.262 |
-74.074 -58.018 -41.591 -26.148 3.37 26.148 41.591 58.018 74.074 |
-75.022 -59.224 -43.127 -26.506 5.142 26.506 43.127 59.224 75.022 |
-74.165 -58.046 -41.424 -25.291 5.229 25.291 41.424 58.046 74.165 |
-74.322 -58.185 -41.388 -24.562 7.058 24.562 41.388 58.185 74.322 |

k := pi
180

theta := [5 10 15 0 0 5 10 15 0 5 20 0 5 20 10 20 15 20] * k
gamma := [5 10 15 5 10 15 0 0 5 10 0 20 5 20 10 15 20] * k
Pa := [-75 -60 -45 -30 0 30 45 60 75]
n := 150
H := 1
D := sqrt(H^2 - l^2)
for i in 1, 2, 9
  if Pa_i >= 0
    D1 := D * cos(Pa_i * k)
    D2 := D * sin(Pa_i * k)
    M1 := D * tan(Pa_i * k) * sin(Pa_i * k)
    M2 := -D * sin(Pa_i * k)
  else
    D1 := D * cos(Pa_i * k)
    D2 := D * sin(Pa_i * k)
    M1 := -D * tan(Pa_i * k) * sin(Pa_i * k)
    M2 := -D * sin(Pa_i * k)

  r1_i := [ 1 0 0 |
           0 cos(gamma_i) sin(gamma_i) |
           0 -sin(gamma_i) cos(gamma_i) |
           cos(theta_i) sin(theta_i) 0 |
           -sin(theta_i) cos(theta_i) 0 |
           0 0 1 ]
  theta_i := [ 0 0 1 |
             0 0 1 |
             0 0 1 ]
  A_i := r1_i * theta_i
  DO_i := [-D1 0 -D2]^T
  DM_i := [M1 - D1 0 M2 - D2]^T
  DO_n_i := A_i * DO_i
  AB1_i := DM_i^2 * DO_n_i^2 + DM_i^2 * DO_n_i^2
  A1 := sqrt(DO_n_i^2 + DO_n_i^2)
  B1 := sqrt(DM_i^2 + DM_i^2)
  PI := acos(AB1_i) * 1
  const := PI - floor(PI)
  Min := const * 60
  if Pa_i >= 0
    Pd_i := floor(PI) + Min
  else
    Pd_i := -(floor(PI) + Min)
Pd^T
    
```

Рис. 5. Программа пересчета пеленгов ДНА с учетом косвенной стабилизации

По результату справа видно, что после пересчета значения углов пеленгов ДНА изменились по сравнению с табл. 2.

Выводы

Компенсация углов отклонения самолета при косвенной стабилизации происходит путем введения поправок в движение антенны по азимуту (при механическом управлении антенны) или в движении электронного луча (для антенн типа ФАР или АФАР).

Косвенная стабилизация антенны пришла взамен непосредственной стабилизации из-за явных плюсов:

- Уменьшение веса РЛС.
 - Уменьшение габаритов.
 - Уменьшение требуемого ометаемого объема и, как следствие, увеличение апертуры антенны.
- Но она также имеет и минус:
- Меньшие допустимые углы эволюций самолета.

Библиографический список

1. Бакулев П. А. Радиолокация движущихся целей. М., Сов. радио, 1964.
2. Ривкин С. С. Стабилизация измерительных устройств на качающемся основании. М.: Наука, 1978. 320 с.
3. Белоцерковский Г. Б. Радиолокационные устройства. М., Оборонгиз, 1961.

УДК 519.1

А. В. Лацко, Я. И. Сенина

студенты кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ДОСКИ ГАЛЬТОНА

Доска Гальтона – устройство, которое включает в себя множество математических и статистических понятий, о которых еще будет сказано позже. Главное преимущество коробки Гальтона состоит в наглядности нормального закона распределения. Однако, просто создать доску Гальтона и проводить с ней эксперименты было бы не актуально, поэтому мы приняли решение создать виртуальную доску Гальтона и провести искусственный эксперимент с идеализируемыми условиями. Цель нашей работы – написание кода для создания виртуальной модели доски Гальтона.

Доска Гальтона включает в себя множество математических и статистических понятий, включая нормальное распределение или колоколообразную кривую, центральную предельную теорему (теорема де Муавра-Лапласа), биномиальное распределение, регрессию к среднему, треугольник Паскаля, вероятности, степени двух, двоичные числа, коэффициенты подбрасывания монет, закон частоты ошибок, «порядок в кажущемся хаосе» и то, что сэр Фрэнсис Гальтон называл законом Неразумия [1, 2].

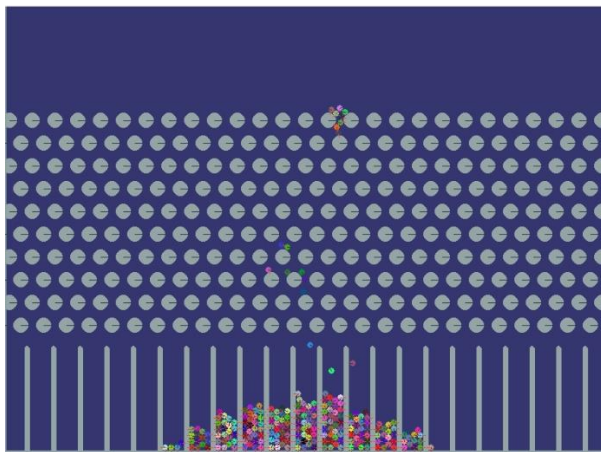


Рис. 1. Реализация доски Гальтона

В идеальном случае сталкиваясь со штырьком, шарик каждый раз с одинаковой вероятностью может повернуть направо или налево. Нижняя часть разделена перегородками (число которых равно числу штырьков в нижнем ряду), в результате чего шарики, скатываясь на дно, образуют столбики, которые тем выше, чем ближе к середине доски (при достаточно большом числе шариков внешний вид столбиков приближается к кривой нормального распределения) [3].

Для разработки виртуальной модели нами был выбран язык программирования Python 3.1., в котором помимо основных свойств, мы использовали библиотеки rудате и rипунк для создания визуализации и правдоподобной физики (рис. 1). Ссылка на облачное хранилище с кодом приведена ниже [4].

Если наложить на доску Гальтона треугольник Паскаля, то можно увидеть, сколькими путями один мячик может попасть в ту или иную ячейку. Так же на диагонали треугольника Паскаля мы можем увидеть числа Фибоначи. А по мере прохождения чисел Фибоначчи соотношения последовательных чисел Фибоначчи приближаются к Золотому сечению 1,61803398..., но никогда не равняются ему [2].

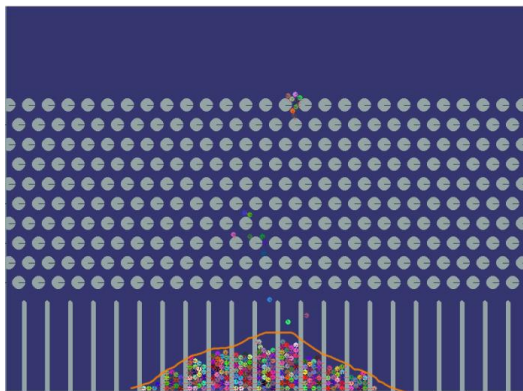


Рис. 2. Кривая нормального распределения

Нормальное распределение, часто называемое «колоколообразной кривой», является наиболее широко известным и используемым из всех вероятностных распределений (рис. 2). Поскольку нормальное распределение так хорошо аппроксимирует многие природные явления, оно превратилось в эталон для многочисленных вероятностных задач [3]. Несколько наборов данных следуют нормальному распределению: например, рост взрослых; вес детей; результаты тестов в классе; доходность фондового рынка и бусины на доске Гальтона.

Стандартное отклонение (σ) – это мера того, насколько близко все точки данных собраны вокруг среднего значения. Форма нормального распределения определяется средним значением и стандартным отклонением. Чем уже колоколообразная кривая, тем меньше стандартное отклонение. Когда кривая колокола широка, стандартное отклонение велико [3].

Как видно из виртуальной модели доски Гальтона, около двух третей данных в колоколообразной кривой попадают в одно стандартное отклонение от среднего. Около 95% данных попадает в пределы двух стандартных отклонений и около 99,7% – в пределы трех стандартных отклонений.

После создания виртуальной коробки Гальтона были проведены также следующие эксперименты:

1. Изменение начальных координат падения шариков. В данном случае гистограмма не меняется относительно оси начальных координат падения шариков и новой оси, если их наложить друг на друга (рис. 3).

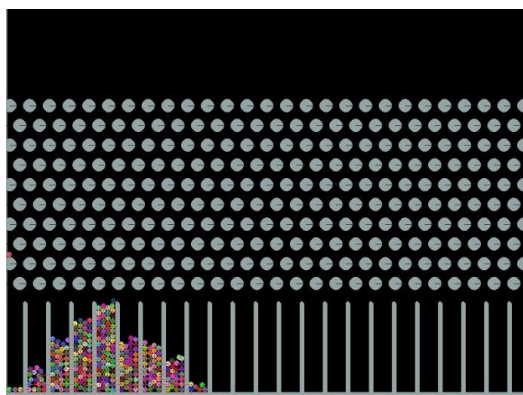


Рис. 3. Смещение начальной оси координат доски Гальтона

2. Изменение сил трения, упругости и гравитации. В данном опыте мы смогли осуществить то, что в обычных условиях нам было бы практически невозможно сделать – меняли силы трения, упругости и гравитации.

Например, мы поставили значение гравитации схожее со значением гравитации на Марсе (38% от Земной гравитации) и Луне (16,6%).

Так как результаты данных опытов невозможно передать с помощью картинок, мы записали gif-видео [4].

Таким образом, в ходе работы был написан код для создания виртуальной модели доски Гальтона. Были проведены стандартные эксперименты с изменением их начальных координат падения. Однако также были проведены эксперименты, которые в реальной жизни мы не смогли бы осуществить. Виртуальная модель доски Гальтона – универсальная вещь, которая позволяет ставить не только стандартные, но и нестандартные опыты, благодаря возможности задавать любые параметры и менять их в любой момент; также на основе этой виртуальной модели можно создавать компьютерные или настольные игры.

Библиографический список

1. Френсис Галтон // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki.ru> (дата обращения: 11.03.2022).
2. Доска Гальтона // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki.ru> (дата обращения: 11.03.2022).
3. Уиттекер Э., Робинсон Г. Математическая обработка результатов наблюдений. 2-е изд. 1935. 364 с.
4. Доска Гальтона – облачное хранилище с кодом и gif-видео. URL: <https://drive.google.com/file/d/15o13FSQz5UMzA-A7C1E9t7RUVX3z53Im/view?usp=sharing> (дата обращения: 15.03.2022).

УДК 654.025.8

А. О. Левашов

магистрант кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук – научный руководитель

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ МЕССЕНДЖЕРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Для оперативной связи между сотрудниками в информационной среде предприятия одновременно с электронной почтой и сотовой связью используют информационно-коммуникационные сервисы: приложения для видеосвязи; мессенджеры; социальные сети; в частности, Telegram, Viber, Skype, WhatsApp и другие [1].

Вышеперечисленные приложения обладают рядом недостатков:

- в списке контактов присутствуют контакты, которые не имеют отношения к работе, например, это могут быть родственники и друзья;
- передача и хранение файлов могут быть не всегда удобны, в частности, как это реализовано в Skype;
- некоторые из решений не обладают необходимым уровнем безопасности при передаче информации любого вида;
- часть сотрудников организации может использовать один программный продукт, другая часть – совершенно иной, что приводит к необходимости использования одновременно двух и более программных решений.

Решением данной проблемы может послужить использование единого корпоративного мессенджера, который обладает следующими достоинствами:

- повышение скорости коммуникации в решении рабочих вопросов и разделение потоков общения;
- отказ от корпоративной почты в качестве источника внутренней коммуникации;
- командная и оперативная работа с возможностью сведения воедино нескольких информационных потоков – использование групповых чатов;
- единый контакт-лист сотрудников организации, с краткой информацией по каждому: ФИО, должность, кабинет, моб. и раб. телефоны, статус подключения к мессенджеру, статус.

Корпоративный мессенджер может быть разработан самостоятельно силами организации или приобретен у стороннего разработчика. В настоящее время на рынке IT-решений информационно-коммуникационных сервисов существует множество программных продуктов. Рассмотрим некоторые из них.

Staply (<https://staply.co/>) – мессенджер с проектным функционалом российского производства. Будет удобен крупным компаниям, так как нет ограничений по числу работников в группах и нет ограничения на объем хранилища, а также мессенджер позволяет: составлять иерархию групп, структурировать их по отделам, проектам; создавать задачи, задавать сроки, важность и ответственных в рабочих группах; осуществлять контроль над группами.

Slack (<https://slack.com/>) – универсальный мессенджер, который способен синхронизироваться с популярными сервисами – Google Docs, Trello, Google Drive, DropBox и т. д. Продукт обладает высокими характеристиками безопасности: работает по протоколу HTTPS, поддерживает двухфакторную аутентификацию, внутри групп есть тематические каналы. Для полноценной работы необходима лицензия: бесплатная версия Slack весьма сильно ограничена по функциональности. Использовать мессенджер для работы удобно и целесообразно крупным компаниям, небольшим фирмам не всегда выгодно покупать лицензию для приобретения полной функциональности Slack [2]. Большим недостатком данного мессенджера является то, что хранение истории переписки и файлов для бесплатной версии ограничено десятью тысячами сообщений, для увеличения их числа нужно доплачивать, также нет возможности использовать собственный сервер и остается довольствоваться облаком.

Битрикс24 (<https://www.bitrix24.ru/>) – приложение позволяет интегрировать WhatsApp, Viber, Telegram, Facebook Messenger, Instagram, Яндекс. Диалоги и онлайн-чат Битрикс24, а также позволяет контролировать, делегировать, оценивать задачи, создавать резервные копии. Решение реализовано на базе российского агрегатора мессенджеров для бизнеса – Chat2Desk (<https://chat2desk.com/>). Возможна интеграция с открытыми линиями, приложение поддерживает разные типы интеграции с CRM системой, в соответствии с бизнес-логикой организации [3].

Frisbee (<https://frisbee.chat/>) – платформа, которая связывает всех сотрудников и обеспечивает общение в личных сообщениях или групповых чатах и пространствах, а также обмен файлами и групповые звонки. Это один из российских инструментов для внутренней коммуникации и общения с клиентами, который учитывает требования Федерального закона «О персональных данных» и предоставляет дополнительные инструменты для защиты информации – собственную инфраструктуру для частного облака и платформу кибербезопасности, которая включает в себя брандмауэр, систему обнаружения вторжений и сетевой фильтр [4]. Хранение данных может быть реализовано как на собственном сервере организации, так и в доверенном дата-центре, для поддержки большого числа пользователей реализована собственная архитектура, легко поддающаяся масштабированию.

По законодательству РФ государственные организации должны использовать ПО, которое находится в Реестре отечественного ПО (<https://reestr.digital.gov.ru/>). Данные должны быть сохранены только на серверах, находящихся на территории РФ, поэтому не каждый мессенджер подойдет для использования в госсекторе. К примеру, из перечисленных программных решений можно выделить российский мессенджер для корпораций и государственных организаций Frisbee и информационно-коммуникационный сервис Staply.

Наличие возможности интеграции корпоративного мессенджера со сторонними информационными сервисами является оптимальным решением для организации, так как возможность такой интеграции решает вопросы коммуникации с сотрудниками. Например, если протекающие в организации бизнес-процессы согласования, утверждения, исполнения, ознакомления были интегрированы в мессенджер – сотрудник, находясь в отпуске, командировке и не имея доступа к рабочему месту, может выполнить поставленную ему.

Выбор корпоративного мессенджера – вопрос индивидуальный: небольшим компаниям будет достаточно системы мгновенного обмена сообщениями Telegram, крупные корпорации и госструктуры должны выбирать информационно-коммуникационные сервисы, адаптированные под цели бизнеса и законодательные акты [2].

Альтернативный вариант – приступить к разработке собственного продукта, который с самого начала проектирования будет удовлетворять требованиям предприятия и учитывать внутренние особенности, так как зачастую использование решения стороннего разработчика накладывает свой след на взаимодействие сотрудников через него, что ведет к доработке приобретенного решения, что далеко не всегда является возможным, так как решение является типовым для всех клиентов поставщика программного обеспечения.

Пример разработанного по уникальным корпоративным требованиям является корпоративный мессенджер PostLink, позволяющий обмениваться информацией по защищенным каналам связи, для организации которых использовано постоянное сквозное шифрование, что обеспечивает надежную защиту передаваемой информации. Данный продукт может быть интегрирован с решением 1С: Документооборот. При этом реализована возможность развертывания серверного ПО на оборудовании заказчика:

- защищенный обмен данными;
- мгновенные сообщения, групповые чаты;
- обмен файлами;
- аудио- и видеозвонки;
- push-уведомления;
- хранение переписки в зашифрованном виде на сервере;
- интеграция с информационными системами предприятия (СЭД, CRM, ERP) [5].

Таким образом, благодаря разнообразию программных решений на рынке корпоративных мессенджеров каждая организация может интегрировать в свою информационную сферу требуемый информационно-коммуникационный сервис.

Библиографический список

1. Агамирзоева З. Влияние информационных технологий на жизнь человека // Международный научно-исследовательский журнал. URL: <https://research-journal.org/physics-mathematics/vliyanie-informacionnyh-technologij-na-zhizn-cheloveka/> (дата обращения: 28.04.2022).
2. Медведева А. Топ-5 мессенджеров для корпоративного использования URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/Top-5-corporate-messengers#part25 (дата обращения: 28.04.2022).
3. Документация по Битрикс 24. URL: <https://www.bitrix24.ru/apps/?app=1gt.chat2desk> (дата обращения: 28.04.2022).
4. Справочная служба Frisbee. URL: <https://frisbee.chat/ru/faq#rec222251291> (дата обращения: 28.04.2022).
5. Корпоративный мессенджер PostLink. URL: <https://auroraos.ru/applications/postlink> (дата обращения 28.04.2022).

УДК 20.23.17

В. А. Макарова

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук – научный руководитель

ОБЗОР СИСТЕМ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ

Введение

В компаниях, при составлении отчетности, часто возникают проблемы, поскольку обычно информация хранится в однопользовательских базах Excel. Решением данной проблемы, является внедрение аналитической системы (Business Intelligence, BI), которая способна вести учет данных. На их основании аналитик организации проводит анализ данных и принимает решение [1].

Согласно аналитическому исследованию компании Гартнера в 2021 г. лидерами среди BI-систем являются зарубежные программные продукты Microsoft, Tableau, Qlik [2]. К российским программным решениям этого же уровня относят аналитическую систему Visiology.

Для сравнения систем используются следующие критерии: поддерживаемые операционные системы, развертывание в информационной среде предприятия, общие характеристики, интеграция и предварительная обработка данных, функциональные возможности [3 – 6].

В табл. 1 представлено сравнение систем по интеграции продуктов с операционными системами (ОС). Результаты показывают, что все рассмотренные BI-системы относятся к многоплатформенным, кроме системы Qlik.

Таблица 1

Сравнительная таблица поддерживаемых операционных систем

Критерии	Qlik	Tableau	Power BI	Visiology
Windows	–	+	+	+
Android	+	+	+	–
iOS	+	+	+	+
MacOS	–	+	–	–
Web	+	+	+	–
Linux	–	+	–	+

При приобретении BI – системы для компаний важно рассмотреть основные признаки: тарификацию, для какого бизнеса подходит система, наличие демоверсий и языки интерфейса. В табл. 2 представлено сравнение BI-систем по этим критериям. Как правило для предприятий плата за использование является критичной. Следует отметить, что оплата за услуги компании Visiology осуществляются в рублях, что является преимуществом при покупке российскими организациями. Стоимость зарубежных BI-системем зависит от курса доллара.

Таблица 2

Сравнительная таблица общих характеристик

Критерии	Qlik	Tableau	Power BI	Visiology
Тарификация (пользователь/месяц)	От 30\$	35\$ – 70\$	9,99\$ – 20\$	3 тыс. руб. – 3,8 тыс. руб./42\$ – 55\$
Свободное ПО	–	–	–	–
Демо версия	+	+	–	+
Пробная версия	–	+	–	–
Бесплатная версия	–	+ (public)	+ (desktop)	–

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Критерии	Qlik	Tableau	Power BI	Visiology
Поддерживаемые языки	13 языков, включая русский, английский	5 языков, включая английский	13 языков, включая русский, английский	русский, английский
Используют категории предприятий	Средний бизнес, НКО, Специалист, Корпорация, Малый бизнес	Фрилансер, Средний бизнес, Специалист, НКО, Корпорация, Малый бизнес	Средний бизнес, Специалист, НКО, Корпорация	Средний бизнес, Фрилансер, ИП, Специалист, Корпорация, Малый бизнес

При обработке данных каждая из систем обладает схожими параметрами. Однако, отсутствует импорт моделей данных SSAS (SQL Server Analysis Services) для системы Qlik, у системы Visiology нет поддержки загрузки данных веб-служб. Сравнение интеграции и предварительной обработки данных представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнительная таблица возможностей интеграции и предварительной обработки данных

Критерии	Qlik	Tableau	Power BI	Visiology
Наличие ETL-инструментария	+	+	+	+
Поддержка загрузки данных из базы данных ERP, CRM или другими	+	+	+	+
Поддержка загрузки данных из специальных хранилищ и витрин данных	+	+	+	+
Поддержка загрузки данных веб-служб	+	+	+	-
Импорт модели данных SSAS	-	+	+	-
Поддержка иерархий данных SSAS	-	+	+	-

Наглядное представление сравнения систем по функциональным возможностям показано в табл. 4. Следует заметить, что однопользовательская система Qlik не содержит возможность администрирования по настройке функционала системы, по управлению учетными записями и правами доступа пользователей.

Таблица 4

Сравнительная таблица функциональных возможностей

Критерии	Qlik	Tableau	Power BI	Visiology
Администрирование	-	+	+	+
Многопользовательский доступ	-	+	+	+
Наличие API	+	+	+	+
Отчетность и аналитика	+	+	+	+
Продвинутая отчетность	+	+	+	+
Экспорт отчетов	+	+	+	+

При выборе BI-системы для компаний важно определиться, где будет осуществляться работа, поэтому были рассмотрены возможные варианты развертывания в информационной среде предприятия, представленные в табл. 5.

На основе сравнения было выявлено, что система Tableau обладает наибольшим количеством вариантов внедрения.

Таблица 5

Сравнительная таблица вариантов развертывания систем

Критерии	Qlik	Tableau	Power BI	Visiology
Персональный компьютер	–	+	+	+
Мобильное устройство	+	+	–	–
Облако SaaS	+	+	–	–
Сервер предприятия	–	+	–	+

Заключение

В ходе подробного сравнения показано, что все системы обладают похожим функционалом. Поэтому при выборе нужной системы для предприятия, необходимо опираться основываясь на критерии, которые более важные для выполнения конкретного спектра бизнес-задач.

Одним из важных критериев, является стоимость обслуживания. По этому критерию лидируют Power BI и Tableau. Сравнительный анализ показывает, что российская разработка Visiology является конкурентоспособной. Ее функционал соответствует функционалу лучших зарубежных BI-систем. Однако, стоимость системы ниже, чем у конкурентов, поэтому Visiology выбирают российские коммерческие компании, крупные производственные предприятия, органы государственного управления, такие как группа СИБУР Холдинг Нефтехимическая компания, Русская Медная Компания, Министерство Здравоохранения, Россети и Группа алмазодобывающих компаний Алроса.

На основании вышеперечисленного можно сделать вывод, что рынок ПО для бизнес-анализа обширен, поэтому выбор BI-системы должен осуществляться каждым предприятием в зависимости от потребностей бизнеса и финансовых возможностей.

Библиографический список

1. BI технологии – Управление знаниями. URL: <https://www.sites.google.com/site/upravlenieznaniami/tehnologii-upravlenia-znaniami/bi-tehnologii> (дата обращения: 20.03.2022).
2. QlikSense-expert 2021 Gartner Magic Quadrant for Business Intelligence (BI) and Analytics. URL: <https://qliksense.ivan-shamaev.ru/2021-gartner-magic-quadrant-for-business-intelligence-bi-and-analytics/> (дата обращения: 23.04.2022).
3. Microsoft Power BI: Описание, Функции и Интерфейс – 2022. URL: <https://soware.ru/products/microsoft-power-bi> (дата обращения: 27.03.2022).
4. Tableau – система интерактивной бизнес-аналитики (BI). URL: <https://biconsult.ru/products/tableau> (дата обращения: 18.04.2022).
5. Внедрение Qlik Sense – BI-решения – КОРУС Консалтинг. URL: <https://korusconsulting.ru/platforms/business-analytics/qlik-sense/> (дата обращения: 24.04.2022).
6. Visiology: Описание, Функции и Интерфейс – 2022. URL: <https://soware.ru/products/visiology#mainInfo> (дата обращения: 27.03.2022).

УДК 519.876.5

А. В. Нестеренко

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗВУКА НА ЯЗЫКЕ PYTHON

В настоящее время существует целый ряд готовых программных изделий, позволяющих реализовать те или иные алгоритмы обработки звука. Однако, данные программы четко разграничивают разработчика от пользователя тем самым не позволяя раскрыть математическую сущность алгоритмов, лежащих в основе преобразования сигналов. Поэтому главной целью данной работы было создание готового программного решения, позволяющего как обрабатывать звук, так и на прямую взаимодействовать с алгоритмами обработки звука.

Достаточно большое количество алгоритмов обработки звуковых сигналов связано с понятием «модуляция».

Амплитудная, частотная и фазовая модуляции лежат в основе многих звуковых эффектов, в частности, эффект модуляции используется при моделировании характерного звучания отдельных музыкальных инструментов. Использование амплитудной модуляции приводит к возникновению эффекта «тремоло».

В аудиотехнике при создании звуковых эффектов широкополосный периодический звуковой сигнал выполняет функцию несущей частоты и модулируется низкочастотным периодическим звуковым колебанием с частотой обычно ниже звукового диапазона. Так для реализации амплитудной модуляции используется алгоритм:

$$y(n) = x(n) + m \cdot m(n) x(n),$$

где $x(n)$ – входной сигнал, $m(n)$ – модулирующий сигнал, $y(n)$ – выходной сигнал, m – глубина модуляции.

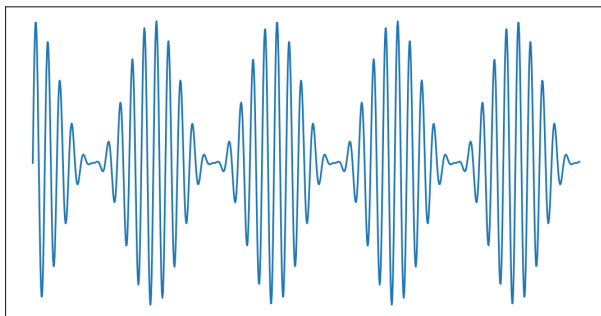


Рис. 1. Графический результат эффекта тремоло

Блок-схема, иллюстрирующая моделирование эффекта, приводится на рис. 2.

Фазовая и частотная модуляция также довольно часто используется для реализации различных звуковых эффектов. В частности, для создания эффекта «вибрато». Так как при гармонической частотной и фазовой модуляции принципиальных различий между ними нет, хотя их реализации и отличаются достаточно сильно для реализации эффекта «вибрато» допустимо использовать оба вида модуляции в данной работе была реализована частотная модуляция.

В дискретно-временной области модулированное колебание представляет собой выражение:

$$y(n) = A_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot F \cdot n + I \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot F_{md} \cdot n))$$

где A_m – амплитуда модуляции, F_{md} – частота модуляции, I – индекс частотной модуляции, $y(n)$ – выходной сигнал.



Рис. 2. Блок-схема программы реализации эффекта «тремоло»

```

#Тремоло
def tremolo(signal_in, sr):
    #Частота модулирующих колебаний
    fq=100
    #Глубина эффекта
    Amp=np.amax(signal_in)*0.3
    for i in range (len(signal_in)):
        #Модулирующая функция
        signal_add[i]=m.cos ((2*fq*i*m.pi) / (sr))
        #Амплитудная модуляция
        signal_out[i]=signal_in[i]*Amp*signal_add[i]+ signal_in[i]
    return (signal_out)
  
```

Рис. 3. Моделирование эффекта «тремоло» на языке Python

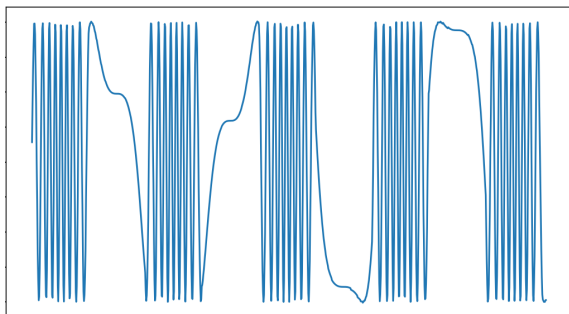


Рис. 4. Графический результат эффекта «вибрато»

Но использование данного алгоритма не совсем уместно так как на вход программы обычно поступает не она, а несколько при этом неизвестных гармоник что значительно усложняет применение данного выражения. На замену этому для реализации частотной модуляции мы манипулируем не частотой, а скоростью воспроизведения семпла в соответствии с модулирующим сигналом тем самым добиваясь аналогового эффекта. Ниже приводятся блок-схема и программа, иллюстрирующие моделирование эффекта.

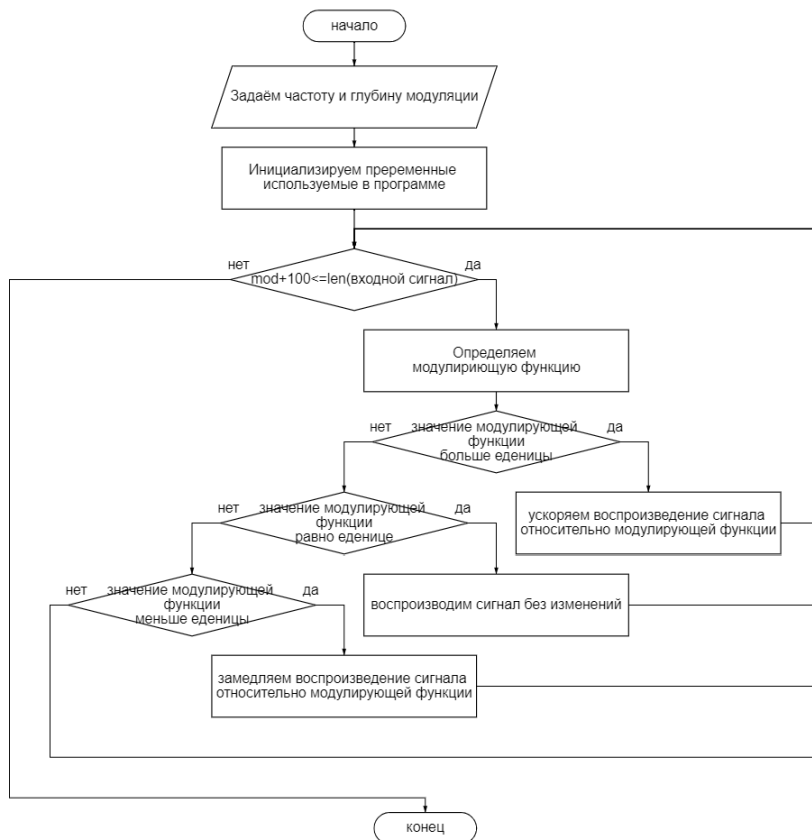


Рис. 5. Блок-схема программы реализации эффекта «вibrato»

Кроме приведенных выше простейших эффектов, для придания звуковым дорожкам естественного эффекта нередко применяется такой эффект, как эффект «эхо». Для реализации подобного эффекта обычно используются линии задержки. Применение одной или нескольких линий задержки в совокупности с обратными связями позволяет микшировать исходный сигнал с его ослабленной и смещенной во времени копией, что создает иллюзию эха. Обратная связь создает бесконечное число повторов звука, следующих с интервалом, равным времени задержки. Однако в реальности за счет эффекта затухания звука, число воспринимаемых ухом повторений обычно невелико. Поэтому при моделировании работы подобного устройства, для иллюстрации можно ограничиться тремя повторениями.

```

#Вибрато
def vibrato(signal_in, sr):
    sl=len(signal_in)
    #Частота модулирующих колебаний
    fq=5
    #Глубина эффекта
    Amp=0.2
    #Вспомогательные переменные
    i=0
    mod=0.0
    signal_add=[]
    signal_out=[]
    while mod+100<=sl:
        #Модулирующая функция
        signal_add=np.append(signal_add,1+Amp*m.sin((2*fq*i*m.pi)/(sr)))
        #Частотная модуляция
        if signal_add[i] > 1:
            mod+=signal_add[i]
            signal_out=np.append(signal_out,signal_in[round(mod)])
        elif signal_add[i] == 1:
            mod+=1
            signal_out=np.append(signal_out,signal_in[round(mod)])
        elif signal_add[i] < 1:
            mod+=signal_add[i]
            var=mod-round(mod)
            inter=signal_in[round(mod)]*(1-var)+var*signal_in[round(mod)+1]
            signal_out=np.append(signal_out,inter)
        i+=1
    print(mod)
    return(signal_out)

```

Рис. 6. Моделирование эффекта «вибрато» на языке Python

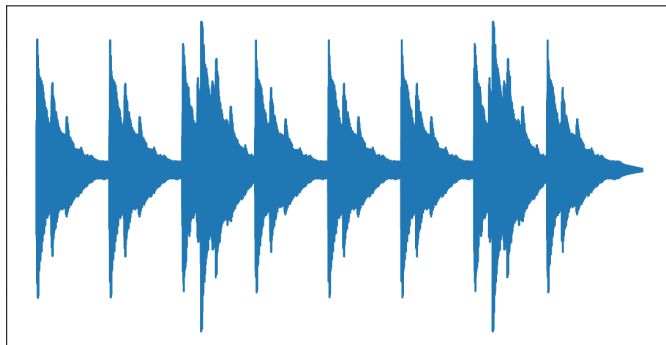


Рис. 7. Графический результат эффекта «эхо»

На рис. 8 приводится программная реализация эффекта «эхо» на языке Python.

```

#Эхо
def echo(signal_in, sr):
    #Задержка
    delay=round(sr/4)
    for i in range(s_len):
        signal_out[i]=signal_in[i]
        #Наложение эхо
        if i<delay*2 and i>=delay:
            signal_out[i]+=signal_out[i-delay]*0.4
        elif i<=delay*3 and i>=delay*2:
            signal_out[i]+=signal_out[i-delay]*0.4+signal_out[i-delay*2]*0.2
        elif i>=delay*3:
            signal_out[i]+=signal_out[i-delay]*0.4+signal_out[i-delay*2]*0.2+signal_out[i-delay*3]*0.05
    return(signal_out)

```

Рис. 8. Моделирование эффекта «эхо» на языке Python

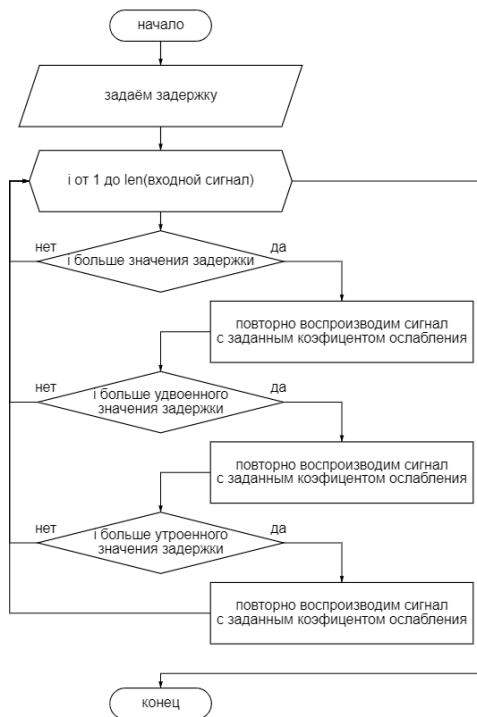


Рис. 9. Блок-схема программы реализации эффекта «эхо»

Также одним из немаловажных видов эффектов являются разные искажения сигнала такие как эффект «дисторшн». Само по себе название не несет никакого ограничения, и в подавляющем большинстве случаев под искажением имеется в виду искажение формы звуковой волны. Поэтому есть множество видов реализации данного эффекта. В данной работе приведен алгоритм эффекта, суть которого заключается в отсечении любых сигналов выше определенной амплитуды. И на месте этого сигнала моделируется шум амплитуды близкой к амплитуде среза

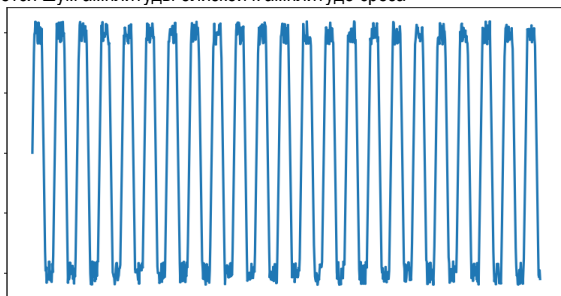


Рис. 10. Графический результат эффекта «дисторшн»

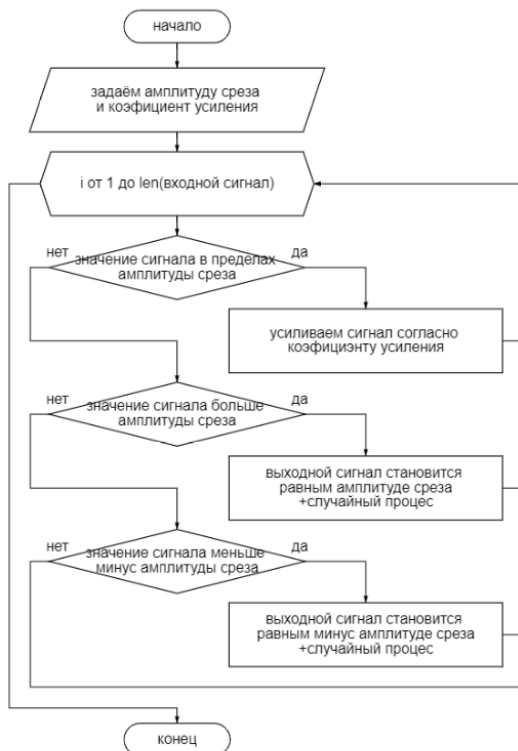


Рис. 11. Блок-схема программы реализации эффекта «дисторшн»

```
#Дисторшн
def distortion(signal_in):
    Amp=0.5
    up=1/amp
    for i in range (s_len):
        if signal_in[i]<=Amp and signal_in[i]>=-Amp:
            signal_out[i] = signal_in[i]*up
        elif signal_in[i]>Amp:
            signal_out[i] = Amp*up
        elif signal_in[i]< -Amp:
            signal_out[i] = -Amp*up
    return(signal_out)
```

Рис. 12. Моделирование эффекта «дисторшн» на языке Python

Заключение

Реализация данных алгоритмов на таком языке как Python обладает несколькими достоинствами. Первое из-за обширности данного языка программирования у данной реализации всегда есть способы улучшения и персонализации. Во-вторых, Python это легко имплементируемый язык с помощью чего данные алгоритмы можно не только реализовать и анализировать, но еще и транслировать на

другие устройства. Что делает алгоритмы универсальными. И в-третьих, популярность языка Python делает восприятие как алгоритмов, так и реализации доступными для широкого спектра людей.

Библиографический список

1. Вологдин Э. И. Методы и алгоритмы обработки звуковых сигналов. СПб.: КОРОНА, 2012. 96 с.
2. Лутц М. Программирование на Python. Т. I. 4-е издание. Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 992 с.

К. Ю. Парсанова

студентка кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

С. Г. Толмачев – кандидат технических наук – научный руководитель

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Каждый день открывается нечто новое: новое оборудование, изобретение, которое помогает решить те или иные проблемы. Количество научно-исследовательских направлений растет, поскольку появляются новые алгоритмы, методы и средства решения задач. Современное общество развивается, активно внедряются технологии автоматизации в процессы, затрагивающие все сферы экономической и общественной жизни. Впрочем, некоторые технологии пока не полностью проработаны и не получены желаемые результаты, способные влиять на человеческую жизнь. В ближайшей перспективе широкое распространение должны получить системы распознавания образов. Распознавание образов является одной из таких областей, связанной с разработкой концепций и созданием систем, направленных на определение принадлежности объекта к одной из предварительно выделенных категорий.

Существует множество методов распознавания образов [1]. Мы рассмотрим несколько высокоперспективных.

Метод сравнения с эталоном – суть этого метода довольно проста: есть определенная база данных, где каждый объект распознавания представляет все возможные его варианты. Распознавание телевизоров на фото методом перебора происходит с помощью сравнения в базе данных всех объектов с разных углов, в разных масштабах, в искажении и деформации. Достоинством этого метода является простота алгоритма – он просто сравнивает полученный предмет с любимыми объектами, которые находятся в базе, и получает результат на основании этих сведений. Очевидный недостаток – эта система может определить только те объекты, которые находятся в базе данных, а точность данного алгоритма зависит от полноты данной базы.

Метод искусственных нейронных сетей. Применение искусственных нейронных сетей для идентификации образов – один из самых популярных способов распознавания, благодаря своему эффективному и производительному использованию [2]. Он основывается на обучении – при входе в нейронную сеть подается пример для распознавания, который превращается в сигнал, проходящий через сеть. В результате чего на выходе получается ответ. Если в этом ответе большая доля ошибки, происходит коррекция весового коэффициента внутри сети и процесс начинается сначала, и продолжается до минимальной ошибки сети. Сложность применения сетей заключается только в том, чтобы правильно построить ее внутреннюю структуру, чтобы добиться эффективного обучения. Достоинством данного метода, как уже говорилось ранее, является его производительность и эффективность в сравнении с другими. Одним из ключевых недостатков нейронных сетей является возможное отсутствие пространственных взаимосвязей между функциями – работа сети устроена таким образом, что начнется поиск краев объекта, потом различных примитивов, а потом фактических объектов. Пример объяснения этого недостатка прост: если система должна распознать лицо человека на фотографии, но сама фотография поворачивается на 180°, то сеть не сможет это сделать, а результаты распознавания будут совершенно другими. Решение этой проблемы нашел ученый Джефффри Хантон, которого называют «отцом глубокого обучения». Он предложил концепцию капсульной сети (Capsule Network) в октябре 2017 г. [3].

Метод капсульных нейронных сетей. Капсула – это набор нейронов, которые индивидуально активируются для различных свойств типа объекта, таких как положение, размер и цвет [4]. По мере необходимости в обычную нейронную сеть добавляется новый слой, а капсульные сети добавляют новый слой во внутрь другого. То есть внутри слоя есть гнездо, состоящее из других слов. Обработка сигналов в капсуле происходит так: нейроны в капсуле захватывают свойство одного предмета из изображения. Капсула выделяет вектор, чтобы представить существование объекта, а ориентация вектора – это его свойство. Вектор направляется всем возможным родителям в нейронную сеть, а потом рассчитывается прогнозный вектор на основе умножения своих весов и

весовой матрицы [5]. Связь с капсулой, где родитель обладает наибольшим скалярным вектором предсказания, увеличивается. Один из родителей уменьшает связь. Благодаря капсульным сетям можно избавиться от проблемы пространственной связи, которая возникает у существующих искусственных нейронных сетей, но в настоящее время эта технология не изучена до конца, требует доработки, прежде чем применять повсеместно [6].

Сегодня распознавание образов широко применяется во многих компонентах цифрового бизнеса.

Умный город (Smart City) – это один из аспектов цифрового экономического развития. Это понятие подразумевает внедрение всесторонних информационных технологий в управление городом, имуществом, транспортными средствами, водоснабжением. Эти технологии позволяют более экономно расходовать ресурсы и повышать качество жизни горожан. Основными источниками исходной информации для распознавания являются фотографии и видео. Технологии распознавания образов на базе Искусственного интеллекта позволяют их оказать значительно информативнее. Корпорация Nvidia Corp прогнозирует уже в следующем году (2023 г.), что в городах будут установлены примерно миллиарды камер видеонаблюдения. С обработкой данного потока могут справиться лишь более продвинутые видео-аналитические средства.

Интеллектуальная транспортная система ИТС – комплекс систем, способствующих более эффективному использованию транспортной сети с использованием информационных, телекоммуникационных и управленческих технологий, встроенных в транспортные средства или дорожные инфраструктуры. Основа интеллектуальной транспортной системы – информация, которая должна быть собрана, обработана, интегрирована и распространена.

Автономные автомобили (Driverless Car) и системы помощи водителю ADAS (Advanced driver-assistance systems) – это система помощи водителю, основанная на машинном зрении. Целью системы ADAS является повышение безопасности дорожного движения, информирование водителей и привлечение их внимания к ситуации на дороге. Предупреждение водителей происходит с помощью: звукового или вибрационного сигнала. Водитель в автомобиле ощущает эти сигналы и понимает о возможных или возникающих рисках, на которые нужно обратить внимание. Данные системы могут помочь при парковке автомобиля, отслеживать полосу движения автомобильных дорог.

Беспилотный летательный аппарат – это искусственная мобильная установка, обычно многогоразовая, не имеющая на борту пилота (человека) и способная целенаправленно двигаться в воздухе, выполняя различные функции в режиме автономной или дистанционной работы.

Высокотехнологичное сельское хозяйство (Smart Agriculture) – это комплексный подход в управлении ландшафтами, адаптирует сельскохозяйственные методы, скот, посевы, сокращает выбросы парникового газа, при этом учитывая темпы растущего населения.

Электронная медицина (eHealth) – инфраструктурная система, которая представляет собой пример единого информационного пространства медицинской системы, включает компьютеризированные медицинские учреждения в одну единую базу данных.

Системы военного применения – комплекс военных вооружений, технических средств, которые обеспечивают использование и общий контроль за выполнением задач, объединенных в единую организацию.

Аддитивное производство (3D-printing) – это процесс создания 3D объектов в цифровом формате. Технология предполагает создание объекта последовательным слоем материала до того, как он примет необходимую форму.

Технологии распознавания объектов получили высокие результаты, но недостаточные для выполнения больших задач, например, исследования космических и планетных пространств, где присутствие человека невозможно. Поэтому необходимо постоянно совершенствовать алгоритмы распознавания и обучать нейронные сети. По прогнозам Securitylab рынок компьютерного и программного обеспечения по разработке искусственного интеллекта и систем распознавания образов увеличится в 2022 г. на 24,9%.

В России в ближайшем будущем планируется развитие систем распознавания образов в транспортной области (автомобиль без водителя человека), медицина (протезы с точностью заме-

няющие человеческие части тела), совершение платежных операций с помощью распознавания лица. С развитием компьютерной техники появится больше возможностей в решении ряда задач, которые возникают в процессе жизни, они помогут упростить, ускорить, повысить качество жизни в современном мире.

Библиографический список

1. Сердюков В. И. Использование элементов искусственного интеллекта для повышения надежности технических изделий // Вестник машиностроения. 2017. № 10. С. 29–32.
2. Сердюков В. И. Повышение безотказной работы изделий с использованием элементов искусственного интеллекта // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. 2017. № 1 (112). С. 62–72.
3. Vorhies W. What Comes After Deep Learning // Data Science Central – the online resource for big data practitioners. URL: <https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/what-comesafter-deep-learning> (дата обращения: 18.01.2022).
4. Чичварин Н. В. Распознавание образов. URL: https://ru.bmstu.wiki/Распознавание_образов (дата обращения: 15.01.2022).
5. Исследователи представили альтернативу традиционным нейронным сетям. URL: <https://tproger.ru/news/capsule-neural-network> (дата обращения: 14.01.2022).
6. Artificial Intelligence Trends to Watch In 2018. URL: <https://www.cbinsights.com/research/report/artificial-intelligence-trends-2018/>(дата обращения:18.01.2022).

УДК 681.51

Т. А. Паршина

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Н. Н. Григорьева – старший преподаватель – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА КАК ЧАСТИ КОНТУРА НЕАВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

В человеко-машинных системах человек-оператор может исполнять роль приемника информации, принимать решения, формировать управляющие команды, контролировать исправность элементов системы. Модель человека-оператора (в зависимости от выполняемой им задачи) может включать в себя модели анализаторов (зрительного, слухового, тактильного), модели моторной деятельности, механизмы распределения внимания, модели памяти и др.

Исследование динамических свойств человека-оператора производится с целью анализа его влияния на основные показатели качества сложной технической системы. В данной работе рассматривается влияние человека-оператора на работу системы контура ручного управления летательного аппарата (ЛА) [1].

Для исследования влияния человека-оператора в контуре «летчик-СНУ-самолет» используется обобщенная структурная схема, представленная на рис. 1.

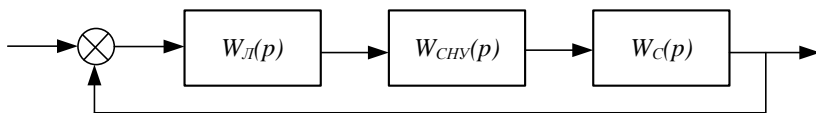


Рис. 1. Схема контура ручного управления

Летчик – это основное звено в контуре ручного управления. Входным сигналом для летчика является отклонение регулируемого параметра от заданного, а выходным – изменение усиления летчика.

Для анализа работы данной системы с участием человека-оператора в качестве системы неавтоматического управления (СНУ) была рассмотрена упрощенная модель системы управления рулем высоты ЛА.

Входным сигналом СНУ является усилие P_v , которое прикладывает летчик к ручке управления, выходным же сигналом является отклонение органа управления δ_v . Систему принято делить на четыре звена: входное, кинематическое, рулевой привод (РП), выходное. При учете всех допущений и разбиения системы на звенья, СНУ можно представить в виде структурной схемы, показанной на рис. 2 [1].

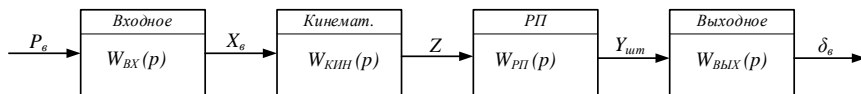


Рис. 2. Структурная схема СНУ

Передаточная функция СНУ определяется по формуле:

$$W_{СНУ} = W_{ВХ}(p)W_{КИН}(p)W_{РП}(p)W_{ВЫХ}(p).$$

Передаточные функции входного и выходного звеньев СНУ следующие:

$$W_{ВХ}(p) = \frac{k_{вх}}{p^2 + 2n_{вх}p + \Omega_{вх}^2}, \quad W_{ВЫХ}(p) = \frac{k_{вых}}{p^2 + 2n_{вых}p + \Omega_{вых}^2}.$$

Кинематическое звено принято считать безынерционным. При правильно сконструированной системе управления основные искажения в передаче управляющих сигналов будет вносить рулевой привод. Его моделью, в зависимости от реализации, может быть колебательное звено [3], но чаще рулевой привод рассматривают как апериодическое звено с передаточной функцией:

$$W_{РП}(p) = \frac{k_{ус}}{T_{РП}p + 1}.$$

Для идеальной системы неавтоматического управления запаздывания во всех звеньях системы пренебрежимо малы, особенно в сравнении с соответствующими характеристиками летчика. СЛУ обычно является самым быстродействующим звеном в системе, показанной на рис. 1; при анализе влияния человека-оператора на работу системы его можно считать звеном безынерционным.

Передаточная функция изменения перегрузки при отклонении руля высоты записывается в виде (в нашем случае это передаточная функция соответствующего объекта управления):

$$W_C(p) = \frac{n_y^{\alpha} \bar{M}_z^{\delta B}}{p^2 + 2n_{\alpha}p + \Omega_{\alpha}^2}.$$

Для описания динамики работы человека-оператора может быть использована модель Макруэра-Крендела [2], в которую входят блок запаздывания, корректирующий и нервномышечный блоки (рис. 4).

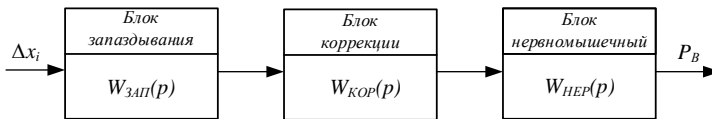


Рис. 3. Структура модели человека-оператора

С помощью первого блока отображается задержка, возникающая при приеме и интерпретации летчиком поступающей информации. Передаточная функция блока запаздывания

$$W_{ЗАП}(p) = e^{-\tau_n p}.$$

Время запаздывания обычно зависит как от индивидуальных особенностей человека-оператора, так и от характера входного воздействия, и лежит в диапазоне от 0,1 до 0,2 с.

Корректирующий блок описывает способность человека адаптироваться к динамике системы, с которой он работает, и изменчивости входных воздействий:

$$W_{КОР}(p) = k \frac{T_{л1}p + 1}{T_{л2}p + 1}.$$

Постоянная времени форсирующей части блока $T_{л1}$ описывает способность оператора действовать с упреждением (обычно $T_{л1}$ не превышает 1 с), а постоянная времени инерционной части $T_{л2}$ характеризует задержку на принятие решения и по экспериментальным данным может меняться в широком диапазоне до 20 с. Коэффициент усиления k зависит как от параметров остальных элементов контура управления, так и от степени тренированности оператора и может изменяться в широких пределах.

Нервно-мышечный блок отвечает за представление задержки, возникающей из-за запаздывания физической реакции оператора:

$$W_{НЕР}(p) = \frac{1}{T_{л3}p + 1}.$$

Параметр $T_{л3}$ обычно оценивается в 0,1 – 0,2 с.

С использованием среды Simulink было проведено исследование модели контура неавтоматического управления, схема представлена на рис. 4.

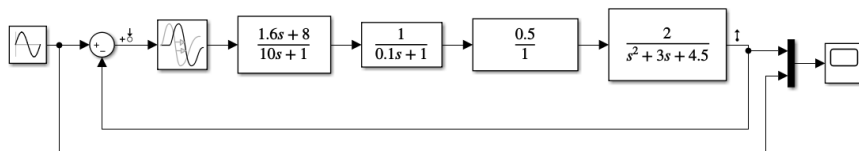


Рис. 4. Схема модели

На вход схемы подавалось два вида сигнала: периодическая последовательность прямоугольных импульсов и гармонический сигнал. Входные сигналы подавались на частотах: 0,1 Гц и 0,04 Гц. Моделирование проводилось при двух параметрах модели человека-оператора:

- для первой схемы $\tau_n = 0,1$ с, $T_{n1} = 0,2$ с, $T_{n2} = 10$ с, $T_{n3} = 0,1$ с,
- для второй схемы – $\tau_n = 0,2$ с, $T_{n1} = 1$ с, $T_{n2} = 20$ с, $T_{n3} = 0,2$ с.

Результаты моделирования представлены на рис. 5 и 6.

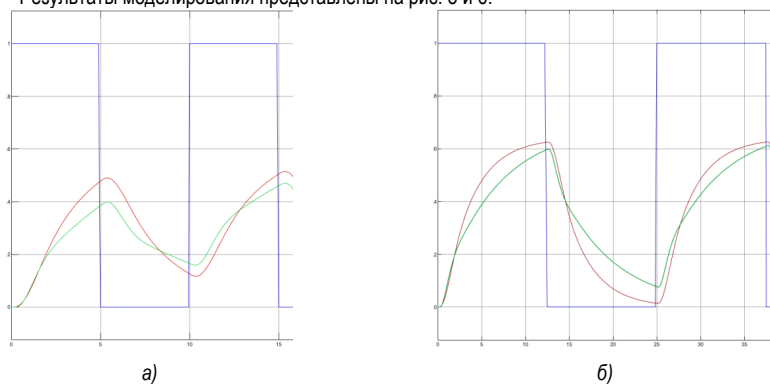


Рис. 5. Реакция системы на последовательность прямоугольных импульсов: а – первая и вторая схема при 0,1 Гц; б – первая и вторая схема при 0,04 Гц

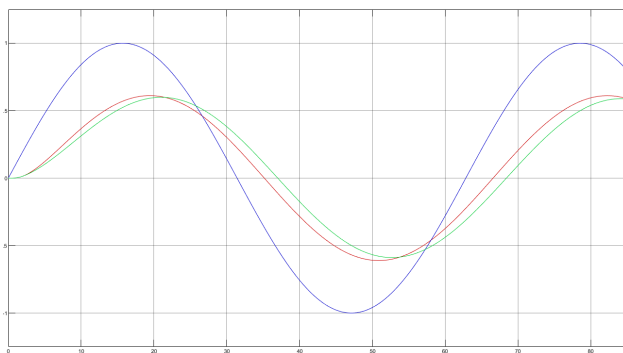


Рис. 6. Реакция системы на гармонический сигнал на частоте 0,1 Гц

Как видно из рис. 5 и 6, обработка системой гармонического сигнала не приводит к серьезным изменениям формы выходного сигнала, но при ухудшении временных параметров модели появляется фазовый сдвиг. При обработке прямоугольных импульсов искажения формы выходных сигналов довольно существенные, причем искажения усиливаются происходит не только с ухудшением параметров системы, но и с повышением частоты входного сигнала.

Библиографический список

1. Системы управления летательных аппаратов: учебник для курантов и слушателей вузов ВВС / Под ред. В. В. Воробьева. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2008. 203 с.
2. Цибулевский И. Е. Человек как звено следящей системы. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. 288 с.
3. Приводы рулевых поверхностей самолета. URL: https://olegkop.ucoz.com/InfizmYstr/lekcija_20.pdf (дата обращения: 05.05.2022).

УДК 004.414

В. В. Пономаренко

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ВЫБОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ COLLABORATION СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ СТАНДАРТОВ

Collaboration система – программное обеспечение, для организации взаимодействия между людьми, совместно работающими над решением общих задач [1]. При использовании таких систем взаимодействия сотрудников отпадает необходимость в личных встречах и использовании множества программ для связи, происходит ускорение документооборота, а также организация удаленной работа с любых устройств.

Системы взаимодействия сотрудников помогают укрепить коммуникацию, побуждая сотрудников активно участвовать в принятии решений, мозговых штурмах и распределении работы [2]. Командная работа и мозговые штурмы способствуют появлению новых идей для решения сложных проблем, что напрямую сказывается на эффективности работы. Использование подобных систем воздействует на настроение и уровень удовлетворенности участников команды, что напрямую влияет на качество работы и успех организации.

Цель настоящей работы – выбор программных средств, необходимых для разработки системы взаимодействия сотрудников на основе открытых стандартов.

На данный момент на рынке системы взаимодействия сотрудников присутствует большое количество зарубежных продуктов: Slack, Microsoft Teams, Workplace by Meta, Google Chat, Webex Suite, Mattermost, Unify Circuit и др. Все они предоставляют возможность организации взаимодействия сотрудников на расстоянии.

К основным возможностям систем взаимодействия относят следующее [3 – 5]:

- Чат, в котором происходит коммуникация пользователей.
- Администрирование, т. е. возможность управлять пользователями и чатами.
- Опросы, как средство быстрого принятия решений.
- Звонки и видеоконференции, необходимые для проведения мозгового штурма и постановки задач.
- Демонстрация экрана, для совместного просмотра документов.
- Списки задач для управления рабочими процессами.

Рассмотрим три самые популярные системы: Microsoft Teams, Slack, Workplace by Meta и сравним их бюджетные тарифные планы по описанным ранее характеристикам (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение существующих аналогов

Критерии сравнения	Slack		MS Teams		Workplace from Meta
	Free	8\$ чел/мес	Free	4\$ чел/мес	
Цена	Free	8\$ чел/мес	Free	4\$ чел/мес	4\$ чел/мес
Чат	+	+	+	+	+
Кол-во пользователей чата	∞	∞	100	300	∞
Администрирование	–	+	–	–	+
История чата	10 000 последних	∞	∞	∞	∞
Опросы	–	–	+	+	+
Звонок и видеоконференция	Только 1 на 1	до 15 чел	до 60 мин	до 30 ч	∞
Демонстрация экрана	–	+	–	+	+
Список задач	+	+	+	+	+

Из проведенного сравнения видно, что бесплатные тарифы закрытых систем имеют ограниченные возможности и существуют не у всех продуктов.

Для создания интерфейса информационной системы используют специальные библиотеки и фреймворки, которые обладают большой производительностью и гибкостью, а также позволяют повысить скорость разработки и эффективность готового продукта.

Среди свободных библиотек и фреймворков для создания интерфейсов наиболее востребованными являются Angular, React и Vue. Сравним эти средства по некоторым критериям и выберем наиболее подходящее для разработки системы взаимодействия [5 – 7].

Из сравнения, представленного в табл. 2, видно, что JavaScript библиотека с открытым исходным кодом – React, является лучшим выбором для разработки интерфейса, поскольку имеет ряд преимуществ и используется в приложениях с подобным функционалом, таких как Facebook и Discord.

Она позволяет сократить время разработки веб-системы благодаря повторному использованию компонентов и низкому порогу вхождения, а также ускорить загрузку страниц благодаря виртуальной объектной модели документа Virtual DOM, которая заново отрисовывает только изменения, происходящие на странице.

Таблица 2

Сравнение фреймворков и библиотек для реализации интерфейса

Критерии для сравнения	Angular	React	Vue
Год выхода	2010	2013	2014
Компания-разработчик	Google	Meta	–
Порог вхождения	Высокий	Низкий	Низкий
Производительность	Низкая	Высокая	Высокая
Направленность	Двунаправленная	Однонаправленная	Однонаправленная
Обратная совместимость	Прямой переход с 4.0 на 5.0 невозможен	Полная	Полная
Удовлетворенность	45%	84%	80%
Интерес	16%	48%	50%
Используется компаниями	Upwork, Freelancer, Udemy, YouTube, Paypal, Nike, Google, Telegram, Weather, iStockphoto, AWS, Crunchbase	Facebook, Instagram, Netflix, New York Times, Yahoo, Discord, Whatsapp, Co-decademy, Dropbox, Airbnb, Asana, Atlassian, Intercom, Microsoft	Xiaomi, Alibaba, Wizz Air, Euronews, Grammarly, and Larcacasts, Adobe, Behance, Codeship, Reuters
Больше всего подходит для	Создания масштабных приложений	Быстрой разработки легких приложений корпоративного уровня. Создания SPA или PWA	Раннего выхода приложения на рынок; Создания небольших, легких и высокопроизводительных приложений

Для создания серверной части продукта, выбран высокоуровневый язык программирования Python. Он поддерживает объектно-ориентированное, функциональное и аспектно-ориентированное программирование, а также имеет простой в написании и понимании синтаксис, что делает его удобным и многофункциональным языком с широким спектром инструментов разработки [8]. Для выбора оптимального средства было проведено сравнение (табл. 3) трех фреймворков Python: Flask, Django, FastApi [9 – 10]. По результатам которого был выбран Django, поскольку он имеет лучшие показатели в сравнении с аналогами.

Сравнение фреймворков серверной части

Критерии для сравнения	Flask	Django	FastApi
Год выхода	2010	2005	2018
Встроенная ORM	–	+	–
Мультиязычность	–	+	–
Встроенная админ-панель	–	+	–
Встроенные шаблоны	+	+	–
Встроенные веб-сокеты	–	–	+
Производительность	Высокая	Средняя	Высокая
Гибкость	Высокая, за счет интеграции множества сторонних библиотек.	Средняя	Средняя
Автоматическая документация	–	+	+
Сложность вхождения	Низкая Прост в освоении и имеет много онлайн-материалов	Средняя Очень много материалов, хорошая документация и большое сообщество, но самый сложный в обучении	Средняя Самый простой в освоении, но имеет очень мало материалов для обучения
Примеры использования	Twilio, Keen IC, Close.io, WakaTime и LinkedIn	YouTube, Facebook, Bitbucket, Pinterest, Instagram, Google	Uber и Netflix

Для реализации чата необходимо использовать веб-сокеты (протоколы связи, предназначенными для обмена сообщениями между браузером и веб-сервером в режиме реального времени), взаимодействие с которыми не предусмотрено Django. Однако, существует открытый проект Django Channels [11], который расширяет возможности Django, позволяя обрабатывать веб-сокеты.

Для реализации звонков и видеоконференций в браузере необходимо использовать VoIP технологии (табл. 4). Среди которых самой современной, эффективной и востребованной является WebRTC [12].

WebRTC (Web Real Time Communications) – это стандарт, который описывает передачу потоковых аудиоданных, видеоданных и контента между браузерами (без установки плагинов или иных расширений) в режиме реального времени [13]. Данная технология позволяет превратить браузер в оконечный терминал видеоконференцсвязи.

Таблица 4

Сравнение технологий для браузерных VoIP звонков

Критерии для сравнения	Java	Flash	WebRTC
Кроссбраузерность	–	+	+
Эхоподавление (AEC)	–	+	+
Автоматическая регулировка усиления (AGC)	–	–	+
Задержка звука	Большая	Низкая	Минимальная
Шумоподавление	–	+	+
Использование аудио- и видеокодеков	–	+, старые кодеки	+, современные высокоэффективные кодеки

При использовании WebRTC Django используется как сигнальный сервер – посредник, который позволяет передавать данные о соединении от одного клиента к другому [14]. Следовательно, соединение из «клиент – клиент» превращается в «клиент – сервер – клиент». С помощью него возможно перейти от «один – к одному» к «один – ко многим», предоставляя большую функциональность. При этом данные передаются непосредственно между клиентами.

Для хранения сообщения и списков задач, а также информации о пользователях и чатах используют базу данных: PostgreSQL, MySQL и MariaDB. Сравнение этих систем представлено в табл. 5, из которого видно, что открытая СУБД PostgreSQL обладает большей эффективностью и функциями нежели другие популярные аналоги [15].

Таблица 5

Сравнение СУБД

Критерии для сравнения	PostgreSQL	MySQL	MariaDB
Год выхода	1989	1995	2009
Производительность	Высокая	Средняя	Высокая
Материализованное представление	+	–	–
Частичные индексы	+	–	–
Проверочное ограничение (Check constraint)	+	–	+
Последовательности (SEQUENCE)	+	–	+
Инструменты администрирования и мониторинга	+	+	+
Дополнительные возможности (расширения)	Есть. Часто используют: PostGIS, HStore, Multicorn	Есть, редко используют	Есть, редко используют

По итогам проделанной работы был выбран стек программных средства для разработки collaboration системы на основе открытых стандартов: React, Django, Django Channels, WebRTC и PostgreSQL. Данный стек позволит реализовать основные возможности систем взаимодействия: администрирование, чаты, опросы, звонки и видеоконференции, демонстрацию экрана и списки задач.

Библиографический список

1. Программное обеспечение совместной работы. URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=39744&oldid=80620207> (дата обращения: 22.04.2022).
2. Collaboration In The Workplace: 11 Ways To Boost Performance. URL: <https://asana.com/ru/resources/collaboration-in-the-workplace> (дата обращения: 01.05.2022).
3. Slack: тарифные планы. URL: <https://slack.com/pricing> (дата обращения: 14.04.2022).
4. Microsoft Teams: тарифные планы. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-teams/compare-microsoft-teams-options> (дата обращения: 14.04.2022).
5. Workplace from Meta: тарифные планы. URL: <https://www.workplace.com/pricing> (дата обращения: 14.04.2022).
6. Greif S. The State of JS 2021: Front-end Frameworks. URL: <https://2021.stateofjs.com/en-US/libraries/front-end-frameworks/> (дата обращения: 01.05.2022).
7. React vs Angular vs Vue.js – What to choose in 2021? URL: <https://medium.com/techmagic/reactjs-vs-angular5-vs-vue-js-what-to-choose-in-2018-b91e028fa91d> (дата обращения: 21.04.2022).
8. Python. URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=2705&oldid=121885304> (дата обращения: 21.04.2022).
9. Upadhyay A. Fast API vs Flask vs Django. URL: <https://startxlabs.com/fast-api-vs-flask-vs-django/> (дата обращения: 27.04.2022).

10. Sandy J. Choosing between Django, Flask, and FastAPI. URL: <https://www.section.io/engineering-education/choosing-between-django-flask-and-fastapi/> (дата обращения: 27.04.2022).
11. Django Channels. URL: <https://github.com/django/channels> (дата обращения: 18.04.2022).
12. WebRTC, Flash, Java – TOP3 технологий для браузерных VoIP звонков. URL: <https://flashphoner.com/webrtc-flash-java-top3-tehnologii-dlya-brauzernykh-voip-zvo-2/?lang=ru> (дата обращения: 25.04.2022).
13. Что такое WebRTC. URL: <https://trueconf.ru/webrtc.html> (дата обращения: 27.04.2022).
14. Использование WebRTC для публикации видео на Flussonic Media Server. URL: <https://flussonic.ru/doc/live-potokovoe-veschanie/ispolzovanie-webrtc-dlya-publikatsii-video-na-flussonic-media-server/> (дата обращения: 01.05.2022).
15. Castello J. MariaDB vs MySQL vs PostgreSQL. URL: <https://stackshare.io/stackups/mariadb-vs-mysql-vs-postgresql> (дата обращения: 20.04.2022).

УДК 004.9312

М. В. Русанов, Е. П. Шулятьева

студенты кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ КРОВИ

Целью работы является разработка программных алгоритмов на Python для распознавания контуров на изображении и последующем их сравнении с эталонным.

Мотивировкой работы была необходимость автоматизации диагностики заболеваний крови. Для этого необходимо составить алгоритм, который смог бы давать оценку отклонения контура объекта от эталонного контура. Известно, что здоровые клетки крови имеют контур в виде окружности, в то время как больные клетки имеют более «кривую» форму.

Алгоритм действий

Для решения поставленной задачи необходимо проделать следующие шаги:

- Корректно обнаружить контур объекта изображения.
- Провести сравнительный анализ формы найденного контура с эталонной формой (с окружностью).
- Найти относительное отклонение найденного контура от эталонного и определить процентное содержание объектов, контур которых отличается от эталонного на заданную точность.

Относительное отклонение контура объекта от эталона определяется по формуле:

$$\left| \left(\frac{P}{2\pi R} \right) - 1 \right| < \varepsilon,$$

где ε – заданная точность; P – периметр обнаруженного контура; $2\pi R$ – периметр окружности.

Радиус эталонной окружности, фигурирующий в формуле оценки, выбирается как половина максимально возможного расстояния между точками контура объекта.

Библиотека OpenCV

Для обработки изображения и поиска контура объекта на изображении была выбрана библиотека OpenCV. Данная библиотека предназначена для работы с компьютерным зрением и обработки изображений.

Сферы ее применения могут быть следующие:

- Распознавание объектов изображения.
- Аналитика изображений.
- Описание содержания изображений и видео.

Помимо перечисленных областей применения можно продолжить перечисление многими другими, где ведется работа с изображениями.

OpenCV является универсальной библиотекой обработки изображений и компьютерного зрения.

Описание программы

В процессе разработки программы были созданы следующие вспомогательные функции:

- `distance(a, b)` – вычисляет расстояние между точками плоскости a и b .
- `get_perimeters(lines)` – принимает массив линий `lines`, который содержит контуры объектов, распознанных на изображении, и возвращает массив, содержащий периметры соответствующих контуров.
- `extremum_diameter(line)` – вычисляет максимально возможное расстояние между точками контура `line`.
- `set_centre(line)` – по заданному контуру `line` определяет центр множества, границей которого является контур `line`.

Программа работает по следующему алгоритму:

- Считывание изображения.

- Конвертирование в бинарный формат (черный-белый).
 - Распознавание объектов и выделение их контуров
 - Поиск максимального расстояния на контуре и построение описанной вокруг контура эталонной окружности
- окружности
- Вычисление периметров распознанных контуров и эталонных описанных окружностей.
 - Вычисление количества объектов, относительное отклонение которых от 1 с заданной точностью.

Примеры работы программы

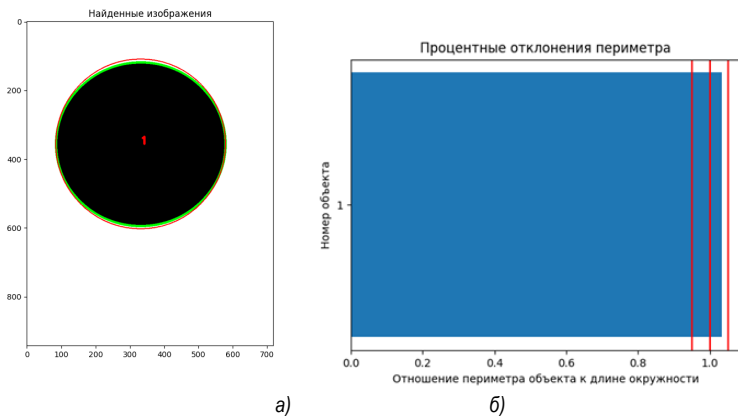


Рис. 1. Изображение окружности с допустимым отклонением $\varepsilon = 0,05$: а – выделение контура круга (зеленый) и описанная вокруг него окружность (красный); б – относительное отклонение

Из рис. 1 видно, что относительное отклонение составляет около $\sim 0,03$ единиц.

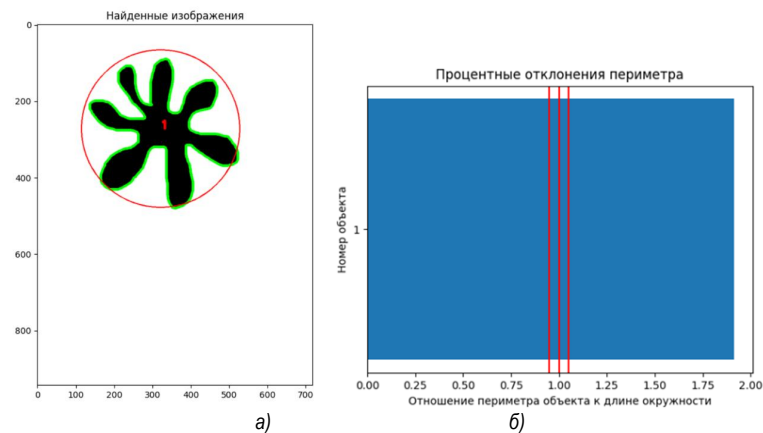


Рис. 2. Изображение «кляксы» с допустимым отклонением $\varepsilon = 0,1$: а – выделение контура «кляксы» (зеленый) и описанная вокруг нее окружность (красный); б – относительное отклонение

Из рис. 2 видно, что относительное отклонение превышает норму чуть менее, чем в 2 раза.

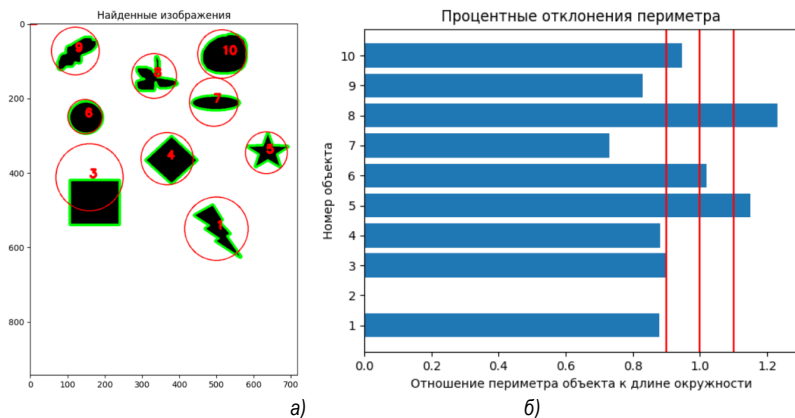


Рис. 3. Изображение группы объектов с допустимым отклонением $\epsilon = 0,1$: а – выделение контуров группы объектов (зеленый) и описанная вокруг них окружность (красный); б – относительное отклонение

Из рис. 3 видно, что относительное отклонение принимает допустимые значения для объектов 6 и 10, что согласуется с изображением. Данные объекты действительно по форме близки к окружности.

Заключение

Можно сказать, что данный метод работает для произвольных изображений. Значит такой подход решения проблемы можно применять для родственных задач, где требуется обнаружить искажения в форме некоторого объекта.

Так, например, в качестве эталонного изображения можно использовать не окружность, а фигуру произвольной формы и топологии. Например, использовать набор прямоугольников с двумя-тремя дырками для поиска светочувствительных объектов.

Также в качестве эталонных форм можно использовать выборку из нескольких допустимых фигур и выбирать наименее отклоняющуюся от единицы, что позволит распознавать объекты, находящиеся в пространстве, элементарно вставив в программу эталонную форму в нескольких ракурсах.

Библиографический список

1. Златопольский Д. М. Основы программирования на языке Python. М.: ДМК Пресс, 2017. 284 с. ISBN 978-5-97060-641-4.
2. Федоров Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2019. 161 с. ISBN 978-5-534-10971-9.

УДК 51-76

М. В. Русанов

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

РЕШЕНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

В данной работе рассматривается эпидемиологическая модель заражения. В работе содержится: аналитическое решение модели; моделирование поставленной задачи методом имитационного моделирования на языке R; асимптотическое поведение модели, при постоянной плотности населения

$\frac{n}{N^2}$, где N^2 – площадь рассматриваемой области, n – количество человек в этой области.

Постановка задачи

В конечной области $N \times N$ находятся n человек. Также в области находится один зараженный, радиус поражения которого $R \ll N$ (R значительно меньше N). Найти вероятность того, что будет заражено ровно k человек, при условии, что уже кто-то болен:

$$\Pr\{k \text{ больных} | k > 0\} = ?$$

Найти асимптотику поведения вероятности, при неограниченном росте площади области и населения, но с постоянной плотностью населения:

$$N^2 \rightarrow \infty, n \rightarrow \infty, \frac{n}{N^2} = \text{const} = C.$$

Аналитическое решение

Графически данную модель можно представить рис. 1.

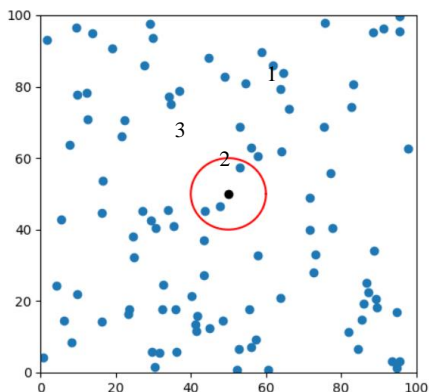


Рис. 1. Наглядное представление эпидемиологической модели: синим (1) – люди; черным (2) – зараженный; красным (3) – радиус поражения зараженного

Вероятность p попасть в зону поражения:

$$p = \frac{\pi R^2}{N^2}.$$

По формуле условной вероятности имеем:

$$\Pr\{k \text{ больных} | k > 0\} = \frac{\Pr\{k \text{ больных}\}}{\Pr\{k > 0\}}.$$

По теореме Бернулли вероятность того, что заболит ровно k человек, выражается, как:

$$\Pr\{k \text{ больных}\} = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}.$$

где p – вероятность попасть в зону поражения.

Вероятность того, что будет заражен хотя бы один человек ($k > 0$) можно представить, как обратную вероятность к событию « k человек не заразятся». Тогда можно получить выражение:

$$\Pr\{k > 0\} = 1 - (1-p)^n.$$

Собрав полученные результаты воедино, получим аналитическое решение модели:

$$\Pr\{k \text{ больных} | k > 0\} = \binom{n}{k} \cdot \frac{p^k (1-p)^{n-k}}{1 - (1-p)^n}.$$

Стоит отметить, что к аналогичному результату, более алгебраическим путем, можно прийти используя теорему Байеса о корректировке гипотез.

Имитационное моделирование на языке R

Моделирование данного процесса можно представить с помощью следующей блок-схемы (рис. 2).

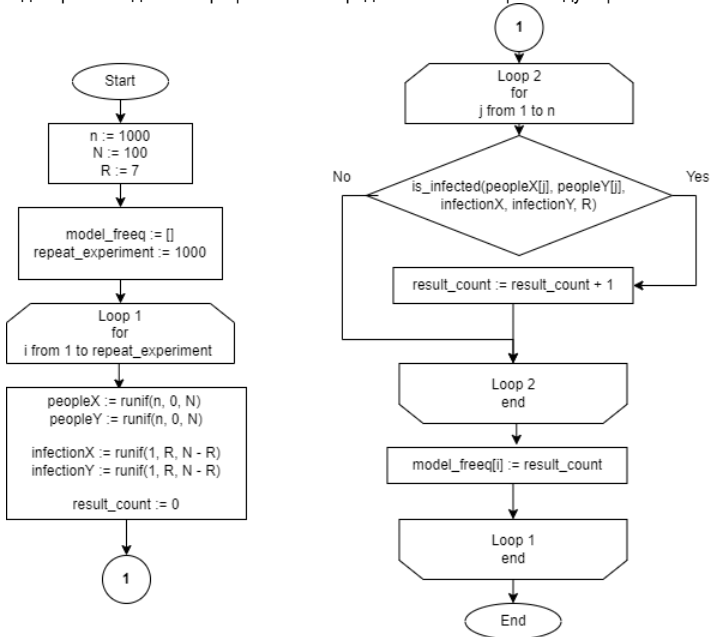


Рис. 2. Блок-схема имитационного моделирования эпидемиологического процесса

На данной блок-схеме моделируется процесс со следующими начальными параметрами: количество людей – 1000; площадь области – 100²; радиус поражения зараженного – 7.

Массив *model_freq* отвечает за хранение частот полученных исходов модели. Сама же модель повторяется алгоритмом 1000 раз.

Эпидемиологический процесс имитируется следующим образом. Инициализируются координаты людей в области $N \times N$ в переменных *peopleX* и *peopleY*, соответственно, с помощью равномерного распределения. Затем, аналогично, инициализируются координаты зараженного в переменных *infectionX* и *infectionY*, соответственно. Переменная *result_count* ведет подсчет количества людей, оказавшихся в зоне поражения, для чего был создан вложенный цикл.

В результате, на рис. 3 можно увидеть гистограмму полученного распределения (голубым) и график теоретического распределения (красным).

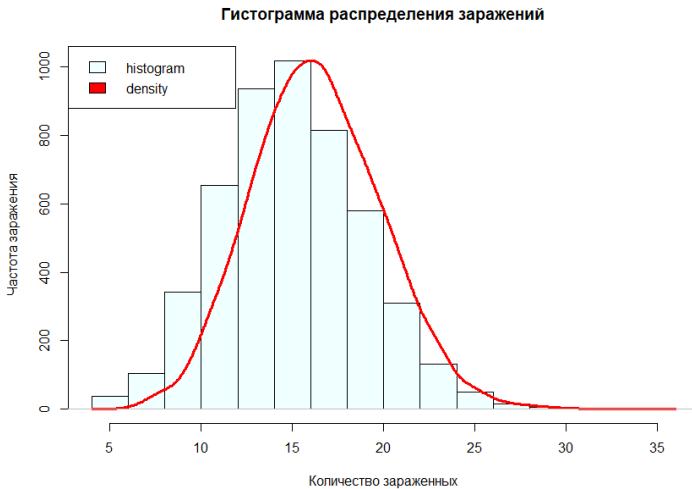


Рис. 3. Гистограмма и график распределения эпидемиологической модели

Из рис. 3 видно, что кривая теоретического распределения хорошо описывает гистограмму распределения, полученного методом имитационного моделирования.

Асимптотика модели

Если формализовать задачу поиска асимптотического поведения модели, при постоянной плотности распределения, то можно переписать это как нахождение следующего предела:

$$\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ N^2 \rightarrow \infty}} \Pr\{k \text{ больших} | k > 0\} = ?$$

или

$$\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ N^2 \rightarrow \infty}} \binom{n}{k} \cdot \frac{p^k (1-p)^{n-k}}{1-(1-p)^n} = ?$$

при условии, что

$$\frac{n}{N^2} = \text{const} = C \rightarrow n = CN^2.$$

Из формулы Муавра-Стирлинга следует, что

$$\binom{n}{k} \sim \frac{n^k}{k!}.$$

Пользуясь определением числа e , как предела некоторой функции, можно переписать знаменатель, как

$$\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ N^2 \rightarrow \infty}} \frac{1}{1 - (1 - \rho)^n} = \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ N^2 \rightarrow \infty}} \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{\pi R^2}{N^2}\right)^{CN^2}} = e^{-\pi R^2 C}.$$

Таким образом, асимптотическое поведение модели следующее:

$$\Pr\{k \text{ больших} | k > 0\} \sim \frac{(\pi R^2 C)^k}{k! (e^{\pi R^2 C} - 1)}.$$

И, так как асимптотика является постоянным числом, то можно заключить, что модель при постоянной плотности населения и неограниченной рассматриваемой области стабилизируется.

Заключение

Была получена формула для расчета вероятности заражения k человек из n в области $N \times N$, при известных данных о том, что хотя-бы один заражен.

Была разработана имитационная модель процесса заражения, которая была сравнена с аналитическим результатом.

Асимптотика показала, что при условии, что плотность населения $\frac{n}{N^2}$ остается постоянной, вероятность не изменяется. То есть распределение вероятностей заражений зависит только плотности населения.

Библиографический список

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей: учебник для вузов. 10-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2006. 575 с.: ил. ISBN 5-06-005688-0.
2. Максимей И. В. Разработка имитационных моделей сложных технических систем / И. В. Максимей, В. С. Смородин, О. М. Демиденко; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. 298 с. ISBN 978-985-439-951-5.

УДК 004.946

Д. Н. Сигачева, С. С. Чепурнова

студенты кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

ГИПЕРРЕАЛЬНОСТЬ ИЛИ МАТЕРИАЛЬНЫЙ МИР?

Введение

Мир уничтожен. Человек убил мир. Мы живем в гиперреальности – реальности, которая надстроена над подлинной. Мы можем спокойно сказать, мира нет, ничего нет. Все ложь. Но это не предвещает никакого разрушения цивилизации. Просто так получилось, что мира больше нет, и с этим надо как-то жить.

Будущее уже наступило, просто мы этого не заметили

Более 200 000 лет люди имели доступ только к физическому миру, полному объектов, которые мы могли трогать, пробовать на вкус, слышать и видеть. В наши дни Интернет стал общедоступным.

Нам уже трудно представить время без компьютеров и смартфонов. Сегодня повсеместное использование социальных сетей и цифровых устройств сделало Интернет похожим на реальный мир. Разделение между реальностью и образами исчезло.

Мы живем в гиперреальности, мире, где симуляции кажутся более реальными, чем сама действительность. Сегодня гиперреальность является неотъемлемой частью современной жизни.

Добро пожаловать в гиперреальное

Гиперреальность потеряла связь с истинным смыслом. Она все время нас куда-то отсылает. Как ссылка ведущая нас на следующую ссылку, это ссылка ведет нас на следующую и где-то смысл теряется. Та ссылка, с которой мы начинали не имеет никакой связи с конечной. Только в отличие от ссылок в интернете в гиперреальности первоисточник отыскать зачастую невозможно. Примеров в нашей жизни множество. Возьмем обычную тыкву. Она отражает реальность (ссылкой, на которую будет ссылаться все остальное). Далее мы рассмотрим тыквенный пирог. В его состав входит яйца, мука и тыква. Таким образом, мы можем сказать, что тыквенный пирог ссылается на тыкву. Он маскирует реальность. Но затем мы берем Тыквенный латте. Он лишь косвенно ссылается на тыкву, так как в его составе нет никакой тыквы. По своей сути Тыквенный латте – теряет свой изначальный смысл, он не имеет никакой связи с реальностью, наши ассоциации с тыквой не имеют никакого обоснования, но все же они есть. Такие вещи и делают наш мир гиперреальностью. Так мы получаем то что хотим, сами строим нужные образы и эти образы становятся нашей реальностью, а оригинал отходит на второй план.

Гиперреальность и технологии

Мы привыкли считать информацию главным богатством. То, что является важным, ценным, обладает силой и всячески нас определяет, но само по себе есть полное ничто. Это изображение, созданное технологиями. Виртуальная реальность понимается как пространство симулякров – особых знаков, которые, в отличие от знаков-копий, фиксируют не сходство, а различие с референтной реальностью, порождая ряды симуляций. Выделяется проблема субъективности, заключающаяся в слиянии в виртуальной реальности субъекта и симулякра, при котором физически, телесно оставаясь в действительном мире, субъект ментально переходит в мир виртуальный, где наделяется новым, виртуальным телом, не имеющим ничего общего с его телесностью.

Интернет как гиперреальность

Основателем теории о гиперреальности является французский социолог Жан Бодрийяр. Сейчас мы можем применить научные подходы этой теории к осмыслению социальных феноменов яв-

лений и процессов в современном виртуальном пространстве. Можно предложить следующую интерпретацию характеристик интернет-пространства:

а) информационно-коммуникационную сеть Интернет можно рассматривать как пример антиреальности, так как в ней можно сохранить анонимность, придумать себе новую жизнь, использовать чужие фото и т. д.;

б) общение в виртуальном пространстве – это симуляция общения (симулякр); при этом прежняя контактная форма общения заменена на коммуникацию через социальные сети и мессенджеры;

в) происходит объединение содержания и примитивизация выражения эмоций, так как в виртуальном общении используются наборы стандартных фраз, стандартные темы, смайлики, картинки, обмен мемами и прочие симулякры, которые вошли в повседневные социальные практики. Так, например, выявлено, что несмотря на жизненный опыт получения респондентами в большинстве своем фейкового интернет-контента, они все же в значительной части ощущают себя комфортно в виртуальной, потенциально опасной среде. Мало того, эта среда становится для них жизненно необходимой: люди выкладывают на всеобщее обозрение свою жизнь, свои мысли, желания, систему ценностей, затаенные надежды и мечты. Этот образ социальной активности становится для большинства столь необходимым элементом самореализации, что перестает быть частью этого процесса и становится самостоятельным, целостным, лежащим вне человека феноменом.

Проблема неразличимости виртуального и реального

Существуют ловушки технологических симулякров, связанные с созданием фантомной реальности и возможностями смешения виртуальной и действительной реальности. Сегодня технологии становятся силой, делающей невозможным различение означающего и означаемого. В информационном пространстве господствуют «виртуальные» события, порождающие, тем не менее, реальные следствия, вновь обретающие реальные отражения и создающие, в свою очередь, бесконечную цепь смены реальных и виртуальных событий. В качестве примера деструктивной симуляции приводится использование виртуальных ресурсов при создании и раскрутке новостных событий в масс-медиа. Также симулякры проникают в науку. Они стали неотъемлемой частью культурно-исторической реальности информационного общества. Именно в неразличимости виртуального и реального усматривается причина трансформации не только идентичности, но и самих высших психических функций.

Заключение

На сегодняшний день гиперреальность является неотъемлемой частью жизни человека и общества в целом. Все больше она замещает нашу действительность. Это не плохо и не хорошо. Мир движется вперед, технологии совершенствуются, а значит и влияние гиперреальности растет. Но несмотря на это, мы считаем, что в ближайшем будущем, человечество не сможет полностью отказаться от реальности, ведь она является фундаментом рассматриваемой нами концепции.

Библиографический список

1. Бодрийяр Ж. Симулякры и симуляции. М.: Издательский дом «ПОСТУМ», 2015. 240 с.
2. Емелин В. А. Симулякры и технологии виртуализации в информационном обществе // Национальный психологический журнал. 2016. № 3. С. 86–96.
3. Иванов Д. В. Общество как виртуальная реальность. М.: АСТ, 2004. 507 с.

УДК 004.855.6

К. Д. Соколова

магистрант кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

А. В. Аграновский – доцент, кандидат технических наук – научный руководитель

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА АНАЛИЗА ВИДЕОДАНЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Технические решения для автоматического распознавания эмоционального состояния получили широкое распространение во многих сферах жизни – на производствах для контроля состояния работников ответственных сфер, а также водителей транспорта, они становятся элементами индустрии развлечений, используются в торговле и сфере услуг. Задачи повышения точности имеющихся методов и разработки новых методик и алгоритмов распознавания являются крайне актуальными.

Внешние проявления эмоций и способы их демонстрации зависят от культурных и национальных особенностей. Однако, существует ряд базовых эмоций, которые считаются абсолютно любимым человеком, независимо от его принадлежности к какой-либо культуре: страх, гнев, отвращение, радость, печаль, удивление, презрение. Полном Экманом была разработана система кодирования лицевых движений (FACS – facial action coding system), позволяющая записывать выражения лица в виде последовательности символов. На сегодняшний день на системе Экмана основываются некоторые алгоритмы автоматического распознавания эмоций по изображения [1].

Принято считать, что любую эмоцию можно представить в виде комбинации базовых эмоций. Человеку свойственен широкий спектр эмоций, которые могут быть проявлены с разной интенсивностью. Система Д. Рассела, представляющая двумерный базис, где каждая эмоция описывается такими параметрами как «валентность» и «интенсивность». На рис. 1 приведено схематическое представление модели Рассела. По горизонтальной оси отсчитывается «знак» (валентность) эмоционального переживания, по вертикальной – его интенсивность. Благодаря своей простоте и лаконичности модель Рассела получила широкое распространение при решении задач автоматического распознавания [2].



Рис. 1. Схематическое изображение модели Рассела

В большинстве разработанных на данный момент систем автоматического детектирования эмоционального состояния анализу подвергается сразу несколько типов данных, за счет чего увеличивается вероятность принятия верного решения. Чаще всего для обработки используются следующие типы информации: фотоизображения, последовательности кадров, аудиозаписи, видеоданные, данные

о физиологических показателях (частоте сердечных сокращений, дыхании, потоотделении и т. д.), полученные с помощью медицинского оборудования или иных технических средств.

С технической точки зрения можно выделить два основных подхода к решению задачи автоматического детектирования человеческих эмоций, основанного на анализе визуальных данных.

В первом случае обработка информации происходит при помощи классификатора, построенного с использованием ключевых точек. Одной из задач, подлежащих решению при использовании данного подхода, является поиск лица на изображении. Для этого разработаны многочисленные методики и алгоритмы. Одним из примеров таких решений является открытая библиотека компьютерного зрения «OpenCV» [3]. Изображение размечается при помощи специального алгоритма, затем осуществляется анализ координат точек, привязанных к частям лица на изображении. Таким образом можно считать мимику и присвоить выражениям лица соответствующий код по системе Экмана. По вычисленному значению система принимает решение об эмоциональном состоянии человека на изображении. Стоит учитывать, что в данном случае изображение должно быть выровнено и статично. На рис. 1 представлен процесс разметки изображения с помощью метода контрольных точек с последующей привязкой точек к координатам в пространстве [4].

Преимуществами метода контрольных точек являются: простота реализации, наличие готовых алгоритмов определения положения лица на снимке, выявления ключевых точек и привязки их к координатам. К недостаткам данного подхода можно отнести: сравнительно низкую точность распознавания (при распознавании мимики по точкам теряется значительная часть информации, что приводит к ошибкам); требование, чтобы положение лица было выровнено; трудности, возникающие при оценке динамики эмоционального состояния.

Второй метод основан на использовании машинного обучения при разработке распознавателя. Для построения классификатора, основанного на нейронной сети, существует множество возможностей. Зачастую применяются готовые нейронные сети, предварительно обученные для обработки изображений. Затем имеющуюся сеть обучают еще раз под конкретную задачу распознавания эмоций по выражению лица. Источниками исходной информации о внешних проявлениях эмоций могут служить специализированные наборы данных, промаркированные по требуемым параметрам. Такие наборы, как правило, находятся в открытых источниках и доступны для скачивания.

К преимуществам данного подхода относятся: возможность использовать различные исходные данные (набор кадров / видеоряд / звук); большое количество признаков для сверки; возможность отслеживания эмоций в динамике; более высокая точность распознавания (за счет возможности анализа большого количества признаков). Недостатками рассмотренного метода считаются: высокие требования вычислительной мощности оборудования при использовании системы; трудоемкость в сравнении с методом контрольных точек.

Рассмотрим некоторые системы автоматического распознавания эмоций из представленных на рынке.

Программа FaceReader от нидерландской компании Noldus работает с видеоданными и способна идентифицировать 7 категорий эмоций по выражению лица, а также определять такие параметры как пол, возраст и национальная принадлежность. Система может обнаруживать лицо под некоторым наклоном, но не способна идентифицировать его при повороте головы. Также посторонние предметы могут помешать распознаванию. Средний процент верного определения эмоционального состояния составляет 89%, но варьируется в зависимости от категории. Система не адаптирована для распознавания детских лиц [5].

Сервис Neurodata Lab от одноименной российской компании предназначен для анализа эмоционального состояния людей по мимике, движениям, жестам, пульсу, частоте дыхания и голосу. При этом данные о физиологических показателях система получает без использования каких-либо датчиков или иного физического оборудования при помощи анализа видеоданных. В основу системы положена нейросеть, обученная под специфические задачи. Система предназначена для сферы банковских услуг, колл-центров и сетей магазинов и позволяет обрабатывать данные с камер видеозаписи, а также записи телефонных звонков. Однако сфера применения системы не ограничивается вышеперечисленными областями [6].

В системе The Face Analysis System от немецкой компании MMER-Systems реализована технология наложения на видеоизображения деформируемой сетки с ключевыми областями. Программа может классифицировать лица в соответствие с полом, возрастом и национальной принадлежностью [7]. В функционал программы входит детектирование шести эмоциональных состояний.

В большинстве современных систем распознавания используется сразу несколько классификаторов, построенных с применением различных подходов. Как правило, для детектирования используются сразу несколько типов данных, таким образом уменьшается вероятность ошибочного определения эмоционального состояния. За счет объединения результатов, полученных с помощью разных методов, удается добиться большей точности распознавания и получить корректные решения.

Библиографический список

1. Петров А. Н. По ту сторону слов // Популярная механика. 2012. № 3.
2. Russell J. A. A circumplex model of affect // Journal of Personality and Social Psychology. 1980.
3. Программа Open CV. URL: <https://opencv.org/opencv-4-5-4> (дата обращения: 08.04.2022).
4. Введение в задачу распознавания эмоций // Блог компании «Центр речевых технологий». URL: <https://habr.com/ru/company/speechpro/blog/418151> (дата обращения: 08.04.2022).
5. Программное обеспечение FaceReader. URL: <https://www.noldus.com/facereader> (дата обращения: 07.05.2022).
6. Описание сервиса Neurodata Lab. URL: <https://vc.ru/services/93624-ocenivaet-puls-i-dyhanie-po-video-chtoby-ponyat-emocii-klienta-istoriya-rossiyskoy-razrabotki-neurodata-lab> (дата обращения: 07.05.2022).
7. Программное обеспечение MMER. URL: <http://ww17.mmer-systems.eu> (дата обращения: 07.05.2022).

УДК 617.17

К. М. Таровик

студент кафедры медицинской радиозлектроники

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ

В настоящее время, самым передовым средством реабилитации, людей, потерявших часть верхней конечности, является биоэлектрический протез.

Протезирование биоэлектрическое – специальный вид реабилитации больных в основном с культями верхних конечностей, предусматривающий обеспечение их протезами с биоэлектрическим управлением исполнительными механизмами (органами) [1].

Я поставил себе цель, разработать электронную часть биоэлектрического протеза, для выявления особенностей проектирования портативной электроники в области реабилитации пациентов с культями верхних конечностей.

Электронная часть протеза включает в себя микроконтроллер, блок, отвечающий за питание устройства, электрические моторы и аппаратура управления ими, биоэлектрические датчики и энкодеры.

Мозгом любого современного электронного устройства, является микросхема, отвечающая за управление работой всех остальных частей изделия. В моем случае главной управляющей микросхемой является микроконтроллер stm32f103c8t6, швейцарской компании STMicroelectronics. Микроконтроллер отвечает за принятие и обработку поступающих от датчиков сигналов, выработку команд управления электрическими моторами и считывание сигналов, поступающих с энкодеров.

Электрические моторы – это вторая составляющая электронной части биоэлектрического протеза. Они предназначены для выполнения механической работы. Этой работой может являться сгибание и разгибание пальцев протеза, а также, так называемая ротация, вращение кисти протеза относительно культеприемной гильзы. Требования, предъявляемые к электрическим моторам, это низкие габаритно-весовые и вольт-амперные характеристики. Моторы не должны быть слишком большими и тяжелыми, так как биоэлектрический протез должен быть удобен в повседневной носке и использовании, поэтому габариты протеза стремятся привести к размерам человеческой кисти. При этом, электрические моторы должны в полной мере выполнять свою роль, так как с уменьшением их размеров, уменьшается и их главная характеристика, крутящий момент. Именно крутящий момент обеспечивает силу сжатия и разжатия пальцев протеза. Вольтамперные параметры электрических моторов должны обеспечивать достаточно высокую скорость и высокий крутящий момент, одновременно работая на небольших напряжениях (до 10В) и потребляя как можно меньший ток. Это необходимо для того, чтобы биоэлектрический протез мог работать продолжительный отрезок времени без подзарядки от достаточно компактных аккумуляторов. К тому же использование моторов, работающих на более высоких напряжениях, несет риск поражения человека электрическим током, опасным для его здоровья, в случае повреждения или неисправности устройства.

Аппаратура управления электрическими моторами представляет собой драйверы. Драйверы – это готовые электрические схемы, предназначенные для управления высокотокowymi индуктивными нагрузками. Такими нагрузками являются щеточные электрические моторы, используемые в протезе. Они обеспечивают безопасную и стабильную связь между микроконтроллером и электрическими моторами.

Блок, отвечающий за питание устройства, – это совокупность преобразователей тока и напряжения, обеспечивающая стабильность и необходимую величину питающего напряжения для всех электрических компонентов протеза. Каждая из составных частей протеза, требует электрического питания, микроконтроллер stm32f103c8t6, работает при напряжении 3,3 В, электромиографические датчики работают при напряжении 5 В, а электрические моторы имеют наибольший КПД при напряжении 6 В. Реализовать питание всех этих компонентов можно двумя способами, это использование трех разных источников напряжения или использование одного, но совместно с преобразователем напряжения. Вариант с тремя источниками питания плохо реализуем, так как это ведет к увеличению массы и разме-

ров протеза, а также генерирует новую проблему – необходимость зарядки трех разных приборов. Этим минусом лишен вариант с одним источником питания, напряжение которого, будет преобразовываться до нужных величин. Такое преобразование обеспечивают специальные схемы, главной составляющей которых, являются готовые «преобразователи напряжения».

Биоэлектрические датчики – это устройства, предназначенные для считывания биоэлектрических сигналов тела человека, их усиления и передачи микроконтроллеру. В управлении протезами в основном применяются электромиографические датчики. Электромиографические датчики – это устройства, регистрирующие изменение электрических потенциалов мышечных тканей. Один или несколько датчиков закрепляются на мышце оставшейся культы и регистрируют изменения в электрическом поле этой мышцы. Микроконтроллер преобразует данный сигнал из аналогового в цифровой, считывает его, и в зависимости от программы, выдает команды управления на драйверы моторов.

Последней составляющей протеза является энкодер. Энкодер – это устройство, преобразующее угол поворота в цифровые или аналоговые сигналы. Без энкодера невозможно корректно управлять сгибанием и разгибанием пальцев. В случае, когда пациент берет протезом предмет, необходимо достаточно крепко сжать пальцы, чтобы он не выпал, но при этом и не раздавить его. Для этого нужно в реальном времени следить за углом сгибания пальцев. В нашем случае за это отвечают магнитные энкодеры крепящейся к обратному концу вала мотора. Они в реальном времени регистрируют изменение угла поворота вала мотора, и обеспечивают сгибание/разгибание пальца с точностью до 50 угловых минут (около 0,83 градуса).

Итогом моей работы является электрическая схема, выполненная в среде разработки EasyEDA (рис. 1).

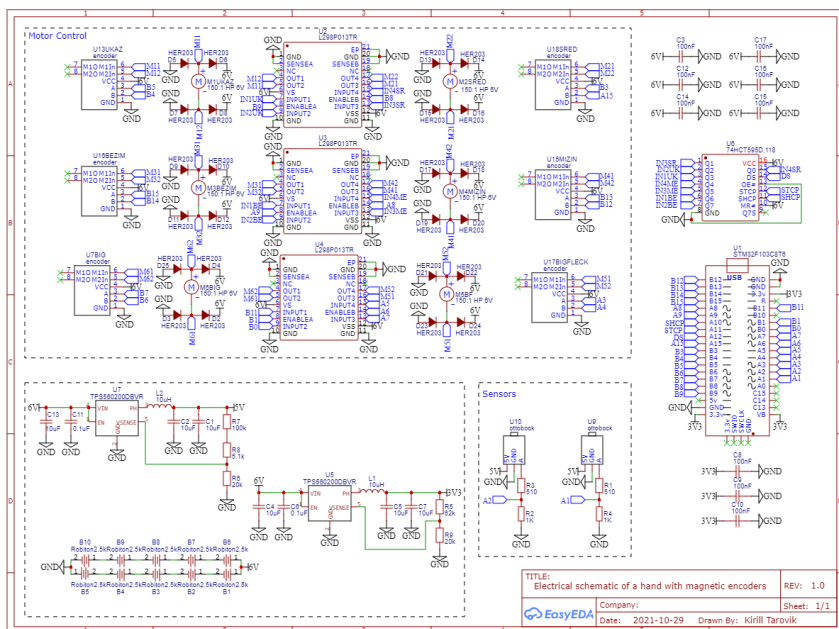


Рис. 1. Электрическая схема биоэлектрического протеза

Главной особенностью разработки электронных компонентов для решения задач протезирования, является необходимость повторить или хотя бы приблизиться к функционалу человеческой кисти

обладая ограниченным набором доступных решений в виде готовых микросхем и электрических моторов. Также в процессе разработки необходимо всегда следить на габаритно-весовыми и вольтамперными характеристиками конечного устройства. Важным шагом в разработке является постепенный отход от использования готовых плат микроконтроллеров к собственной распайке чипа. Это ведет к уменьшению веса и размеров конечного устройства.

Библиографический список

1. Большая медицинская энциклопедия. Протезирование биоэлектрическое. URL: <https://clck.ru/h2fKP> (дата обращения: 12.05.2022).

УДК 004.415

В. О. Филимонов

студент кафедры медицинской радиоэлектроники

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ И РАЗВИТИЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

Сегодня профиль работы ветеринарного врача, помимо лечения, профилактики болезней животных, ветеринарно-санитарной экспертизы, лабораторной диагностики, включает в себя навыки работы с использованием компьютерной техники и специальных автоматизированных программ. Внедрение все более современных технологии позволяют упростить, а также ускорить работу врача, избавив его от лишней бумажной работы и некоторых рутинных задач.

Помимо развития технологии в области ветеринарии и повышения эффективности работы врачей, не стоит забывать и про обычных владельцев домашних животных, которые заботятся о своем питомце и в случае, когда он пострадал хотят оказать хоть какую-нибудь минимальную помощь до того, как доставить его в ветеринарную клинику. К сожалению, из-за отсутствия соответствующего образования и каких-либо знаний в этой области человек при всем желании не сможет помочь своему домашнему животному, а если попытается предпринять какие-либо попытки в целях оказания первой помощи, то это и вовсе может привести к еще большим негативным последствиям.

Для данной проблемы наилучшим вариантом решения будет являться разработка специально мобильного приложения, которое поможет владельцам следить за здоровьем своего домашнего питомца.

Ведь технологии в области медицины с каждым годом все больше развиваются и уже сейчас функционал тех же мобильных приложения не ограничивается только лишь онлайн консультациями. Сфера MHealth (мобильное здоровье) очень разнообразна. По данным портала Statista, в третьем квартале 2020 г. в магазине Google Play было доступно около 47 тыс. мобильных приложений для здоровья [1].

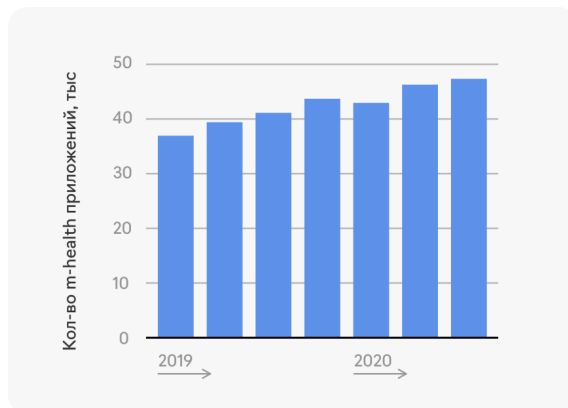


Рис. 1. Диаграмма роста мобильных приложений в магазине Google Play

Такая популярность связана с тем, что люди хотят, чтобы у них было больше возможностей получить медицинскую помощь дистанционно. Такая потребность возникает не только для оказания помощи и поддержания здоровья человека, но и для домашних животных.

Поэтому с учетом всех условия и тенденции нашего времени, разработка мобильного приложения будет являться наиболее актуальным решением в данной ситуации. Ведь оно позволит владельцу

цам домашних животных всегда под рукой иметь своего «личного помощника» и тем самым оперативно находить нужную медицинскую информацию, а также добавлять, сохранять и изменять данные о своем питомце.

Этапы разработки MHealth приложения

Чтобы успешно разработать мобильное приложение для мониторинга здоровья и развития домашних животных, необходимо будет пройти через основные этапы разработки, которые позволят в итоге получить качественное приложение, отвечающее всем необходимым требованиям.

Так как уже ранее была сформулирована идея и видение будущего приложения, а также определена актуальность и описан спектр проблем, которое направлено решать приложение, то можно сразу же перейти к следующим не менее важным этапам разработки.

Интерфейс. Разработка UX/UI дизайна

Основное отличие зарубежных медицинских сервисов заключается в том, что они не выглядят, как медицинские приложения. Минимализм, чистота и спокойная цветовая гамма – вот три принципа, которые определяют их внешний вид. Приложение не должно заменять ветеринарного врача, а поэтому оно не должно мериться с врачом «экспертностью». Сложные термины и запутанные сценарии не помогут вызвать доверие пользователей, а это крайне важно.

Поэтому на этом этапе прорабатывается то, как будет выглядеть будущее приложение, таким образом, чтобы не осталось ни одного вопроса о том, где расположен: раздел с медицинской информацией или где кнопка сохранения данных о питомце. Также нужно определить, что должно показываться на каждом отдельном экране приложения и как экраны связываются между собой. Так, например, главный экран приложения должен содержать общую информацию о питомце с его датой рождения, весом и ростом, а уже только при нажатии на соответствующую кнопку выводить отдельный экран, на котором будет располагаться более подробная информация о животном с возможностью ее отредактировать. Все вышеописанное относится к проектированию UX-дизайна. UX-проектированием называется воздействие на ощущения и поведение пользователей путем создания и взаимного согласования тех элементов, которые оказывают влияние на опыт взаимодействия пользователей с конкретным приложением [2].

Также важен и UI дизайн, который отвечает за внешний вид будущего приложения. Необходимо подобрать нужные шрифты, выбрать цветовое решение, обрисовывать элементы интерфейса: кнопки, иконки, слайдеры и т. д. Инструменты, которые помогут на данном этапе это Axure, Figma [3].

Создание приложения

Данный этап является одним из самых важных в разработке приложения так как именно здесь реализуются весь функционал, а также дизайн будущего приложения.

Лучшим решением будет для начала запустить проект в формате MVP (Minimum Viable Product) после чего развивать, дорабатывать и вносить новый функционал уже в готовое приложение. В большинстве проектов используется подход MVP – это минимальный жизнеспособный продукт, облегченная, самая ранняя, но уже работающая версия, которая содержит минимум обязательных функций.

С учетом этого будущее приложение в формате MVP должно обладать основным функционалом, а именно:

- поиск медицинской информации. Пользователь сможет быстро находить информацию за счет четкой классификаций между различными видами заболеваний и травм;
- ввод и сохранение данных о питомце. Такие как: порода, пол, дата рождения, вес, рост, номер чипа и т. д.

Выбор платформы

Далее нужно определиться с платформой, а именно под какую операционную систему будет разрабатываться нативное приложение. Под нативной разработкой подразумевают использование оригинальных языков программирования и инструментов мобильной ОС (Операционная система). Для

разработки под iOS используется язык программирования Swift, а в случае Android это Java или Kotlin, но уже сейчас Java уходит на задний план так как Google объявила Kotlin приоритетным языком программирования для разработки Android-приложений.

В данном случае, выбор падает в сторону нативной разработки под Android. Это связано с тем, что телефоны, на которых установлена ОС Android гораздо больше, вследствие чего охват будет выше. По данным Bloomberg, в России iOS пользуются 26% людей, а Android – 73%. Примерно такая же ситуация в Финляндии, Германии, Италии, Франции, Китае и Южной Корее.

Хранилище данных

Чтобы хранить все данные о питомце в структурированном виде необходимо иметь базу данных. Так как выбранной платформой является Android, то наилучшим вариантом будет использование базы данных SQLite, потому что она уже встроена в ОС Android и обладает всеми необходимыми требованиями, которые позволяют реализовать функционал будущего приложения.

Тестирование

Когда приложение прошло этап разработки, начинается тестирование. Необходимо проверить поведение приложения в разных условиях: насколько корректно отображается на разных экранах и гаджетах, как реагирует, если поступает звонок на телефон и т.д. Вся работа на этом этапе заключается в том, чтобы по итогу приложение работало без каких-либо нарушений.

Библиографический список

1. Васильева В. Создание медицинских мобильных приложений. URL: <https://livetyping.com/ru/blog/sozdanie-medicinskih-mobilnyh-prilozhenij> (дата обращения: 12.05.2022).
2. Унгер Р., Чендлер К. UX-дизайн. Практическое руководство по проектированию опыта взаимодействия. Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 336 с., ил.
3. Черная Е. Этапы создания мобильного приложения: проектирование, дизайн и разработка. URL: <https://vc.ru/dev/146268-etapy-sozdaniya-mobilnogo-prilozheniya-proektirovanie-dizayn-i-razrabotka> (дата обращения: 13.05.2022).

УДК 004

М. А. Цыганова

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук – научный руководитель

АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ В ДИЗАЙНЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В 2022 ГОДУ

Введение

Дизайн интерфейса мобильного или веб-приложения играет важную роль как в работе самого приложения, так и в продаже программного продукта. Благодаря многолетним исследованиям в области пользовательских предпочтений, появились инструменты для анализа поведения пользователя; знания, полученные в ходе подобных исследований, важны для проектирования любых программных систем, поскольку верные представления о взаимодействии пользователя и продукта позволяют проектировать продукты так, чтобы пользователь мог быстро и удобно решать свои задачи, при этом не отказываясь от дополнительных услуг [1]. Была выявлена взаимосвязь между принципами продвижения цифрового продукта и дизайном его интерфейса: во многом внешний вид приложения зависит от инструментов интернет-продвижения и маркетинга [2]. Для того, чтобы создать успешное продаваемое приложение, необходимо следить за трендами рынка разработки ПО [3]. В данной работе будут рассмотрены основные тренды и перспективы в дизайне мобильных приложений в 2022 г.

Чтобы получить представления о прогнозируемых трендах дизайна, необходимо обратиться к специализированным интернет-ресурсам, посвященным мониторингу современных направлениям дизайна, которые в своей работе собирают новые решения в разработке мобильных приложений и веб-разработке, оценивая степень влияния той или иной идеи на рынок [4 – 6]. Авторы интернет-изданий отслеживают работы дизайнеров, проводя аналитику в сфере дизайна. Было выделено десять основных тенденций.

3D-анимация

3D-анимация присутствует на рынке дизайна не первый год, однако сейчас она приобрела новые черты: от простой объемной анимации был сделан переход к гиперреалистичной графике. Такой прием можно увидеть в приложениях крупных брендов (например, Райффайзенбанк). Использование 3D-визуализации может быть выражено как в отрисовке фонов, статичных и динамических, так и в создании полноценных элементов страницы (рис. 1).

Благодаря использованию сложных рисунков, выполненных в реалистичном стиле, пользователь дольше задерживает свое внимание на объекте, пытаясь понять, графика это или фотография, а также может лучше запомнить изображение.

Объемная графика тесно связана с виртуальной реальностью, речь о которой пойдет в следующем пункте.



Рис. 1. Реалистичная 3D-графика

Дополненная реальность

Это направление в дизайне интерфейса мобильных приложений также не ново, но из-за развития технологий появляются все больше возможностей применения данного инструмента. Дизайнер позволяет почувствовать погружение в изображение с помощью художественных приемов, а технологии AR (Augmented Reality) и VR (Virtual Reality) могут реализовать это техническим способом. Пример последнего пункта – виртуальные примерочные одежды и обуви. Одним из первых брендов, продемонстрировавших данную возможность, был крупный интернет-магазин Lamoda (рис. 2). Помимо примерочных, с помощью дополненной реальности можно смоделировать интерьер, что продемонстрировала компания IKEA, запустив приложение IKEA AR. Оно позволяет увидеть, как мебель выглядит в разных местах конкретной комнаты.



Рис. 2. Виртуальная примерочная

Внедрение такого инструмента не только привлечет пользователей своей новизной, но и расширит функционал мобильного приложения.

Яркие и контрастные цвета

Использование яркого дизайна остается актуальным всегда, когда речь заходит о молодой аудитории. Насыщенные цвета, повышенная яркость и высокий контраст цепляют пользователя, но могут оттолкнуть своей пестротой. По этой причине использование данного приема рекомендуется при работе с продуктами для пользователей молодежного возраста. Примером служит Пушкинская карта, выпущенная для граждан от 14 до 22 лет. Контрастные объявления хорошо выделяются на фоне более мягких тонов, что может быть полезно при введении нового продукта на рынок.

Неон и темная тема

Неоновые цвета получили популярность еще в 2020 г. и скоро должны сойти на нет, но для 2022 г. использование неоновых шрифтов и изображений все еще будет иметь место. Постепенно наблюдается снижение популярности яркого неона и контрастных цветов, но футуристические черты только набирают популярность. Особенно хорошо неон сочетается с темными фонами, а одним из действительно актуальных трендов в дизайне мобильных приложений является темный режим или темная тема. Большинство социальных сетей, мессенджеров (Telegram, What's Up), поисковых систем (Google, Яндекс) и мобильных приложений уже перешли на использование темной темы, которая обычно предлагает установить такой же режим, какой выбран на устройстве. Крупнейшая компания

Apple рекомендовала использование темного режима еще в 2020 г. Такой режим считается более полезным для глаз и тратит меньше заряда устройства.

Мягкие градиенты

В противовес ярким кислотным цветам и высоким контрастам идут мягкие градиенты. Градиент сам по себе предлагает плавный переход между цветами, но сейчас особенно интересным решением при работе с ним являются пастельные оттенки, эффекты полупрозрачного материала, стекла, работа с прозрачностью слоя. Применение этого тренда можно увидеть у Сбербанка.

Пользователя могут привлечь мягкие графические решения, которые не перетянут внимание, отвлекая его от основной информации, и при этом не вызовут раздражения.

Типографика и работа с текстом

Традиционная работа с текстом не как с информационным элементом, а как с частью изобразительной области, нашла свое применение и в разработке программного обеспечения. Сейчас во время создания интерфейса программных продуктов не редко используются фоновые изображения, созданные из текстовых надписей. Предполагается, что в 2022 г. вновь станет актуальным использование многоуровневых заголовков. Также говорится об использовании засечек, добавлении переходов между шрифтами, наложении полупрозрачных надписей.

Простые и сложные 2D-иллюстрации

Двухмерная анимация плотно укрепилась в трендах дизайна мобильных приложений и веб-ресурсов. Если раньше использовались только простые фигуры, то сейчас становится модным добавлять сложные формы, позы, мимику персонажей, тени, узоры.

Опытный иллюстратор может создать такой дизайн иконок, значков и картинок, который можно будет легко узнать.

Необычные иллюстрации, смещение фотографий с графикой

Подобно тому, как в дизайне интерфейсов используются гиперреалистичные рисунки, заставляющие пользователя задерживать внимание на изображении, чтобы определить, фото это или графика, есть и обратный процесс (рис. 3). Применение фотографий с особенными настройками (повышенная резкость, высокая насыщенность, контраст) запомнится пользователю и поможет акцентировать внимание на важном.



Рис. 3. Фотография в стиле графики

Опыт 90-х (90's Experience)

Это довольно своеобразные тренд, у которого нет единого названия. Чаще всего его называют «опыт 90-х» как раз из-за того, что в подобном дизайне используются приемы первых веб-интерфейсов, которые давно утратили свою актуальность, но теперь смогли вернуться благодаря новому дизайнерскому видению. Данный тренд имеет место быть, когда речь заходит о продукте, связанном с эпохой 90-х, или если необходимо взаимодействовать с аудиторией среднего и пожилого возраста, которая может испытать ностальгию от предложенных дизайнерских решений.

Смещение стилей

Последним рассмотренным трендом является смешение новых и старых решений в дизайне, которые способны давать жизнь давно утратившим актуальность направлениям и модернизировать модные течения, уже некоторое время присутствующими на рынке.

Заключение

В среде разработки тенденции формируют большие кроссплатформенные приложения, анонимность, защита персональных данных (и защита от недостоверной информации), персонализация, видеосвязь и использование технологий искусственного интеллекта [7]. В сфере дизайна на 2022 г. актуальны темы 3D-анимации, дополненной реальности, двухмерных иллюстраций с запоминающимся стилем, нестандартной обработки фотографий, неоновых цветов в сочетании с темной темой, использования шрифта как изобразительного элемента, мягких градиентов.

Библиографический список

1. Капитоненко Н. И. Учет текущих трендов рынка и преимуществ мобильного приложения при оценке перспективности его реализации // Системный анализ в проектировании и управлении. 2019. № 2. С. 148–153.
2. Покровская Е. П., Джавршян Н. Р. Как интерфейс влияет на продажи, и как продажи влияют на интерфейс // Colloquium-journal. 2019. № 27 (51). С. 97–100.
3. Джонсон Д. Ж. Умный дизайн. СПб.: Питер, 2012. 224 с.
4. Мусиенко Ю. Актуальные Графические Тренды для Мобильных Приложений на 2022 год. URL: <https://merehead.com/ru/blog/actual-graphic-trends-mobile-applications-for-2022> (дата обращения: 08.11.2021).
5. Сомова О. Тренды UI/UX дизайна на 2022 год: 15 актуальных инноваций. URL: <https://web-promo.ua/ua/blog/trendy-uxui-dizajna-na-2022-god-15-aktualnyh-innovacij> (дата обращения: 08.11.2021).
6. Шипин А. 10 трендов дизайна креативов 2021-2022, которые цепляют сейчас и будут цеплять в ближайший год. URL: <https://habr.com/ru/company/click/blog/579186> (дата обращения: 08.11.2021).
7. Мусиенко Ю. Тренды Разработки Мобильных Приложений в 2022 году. URL: <https://merehead.com/ru/blog/mobile-apps-development-trends-in-2022> (дата обращения: 08.11.2021).

М. А. Цыганова, В. А. Макарова

студенты кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук – научный руководитель

РЕАЛИЗАЦИЯ ЧАТ-БОТА НА ОСНОВЕ БЕССЕРВЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Введение

Число пользователей интернета становится все больше каждый год [1]. Уровень коммуникаций растет, и различные инструменты для онлайн-связей между людьми получают свое развитие. Функционал мессенджеров, изначально призванный только поддерживать общение между людьми, становится шире. Сейчас трудно представить любой из крупных мессенджеров без чат-ботов.

Чат-бот (от англ. – chatterbot) – это компьютерная программа, которая ведет диалог с пользователем [2]. Изначально система существовала как ассистент в персональном компьютере, но сейчас широкое распространение получили именно боты, реализованные в мессенджерах. Они могут быть использованы в образовательных или развлекательных целях, информационных, для бизнеса. Логика чат-бота такова: он должен поддерживать коммуникацию с пользователем-клиентом и отправлять ответ после обработки запроса.

Структуру чат-бота можно разделить на две составляющие:

- серверная часть (backend), где происходит обработка запроса и формируется ответ;
- клиентская часть (frontend), обычно в виде мессенджера (Slack, Telegram, Viber и т. д.), где обычно мессенджер предоставляет API (Application Programming Interface) и документацию по связи платформы backend'a с чат-интерфейсом бота через HTTP (HyperText Transfer Protocol).

Есть два пути разработки обеих составляющих: либо создавать архитектуру с нуля, либо воспользоваться технологией бессерверных вычислений.

Бессерверные вычисления – это способ развертывания и выполнения приложений в облачной инфраструктуре с оплатой за фактическое использование, без аренды или покупки серверов [3]. Вопреки своему названию, технология бессерверных вычислений не исключает существования серверов – программному обеспечению нужна аппаратура, на которой оно будет выполняться. Под словом «бессерверный» подразумевается, что компаниям, организациям или разработчикам не требуется приобретать либо арендовать физический сервер.

Для использования бессерверных вычислений требуется иной подход, так как приложения в этом случае управляются событиями и являются распределенными. Все части бессерверного приложения с конечными точками API и бизнес-логикой изолируются в независимых и автоматически масштабируемых контейнерах.

В бессерверном приложении запросы обрабатываются на уровне маршрутизатора API, который решает единственную задачу: принимает HTTP-запросы и направляет их в службы уровня бизнес-логики. Маршрутизатор API в бессерверной архитектуре всегда действует независимо. Бизнес-логика часто разбивается на более мелкие единицы, размер каждой единицы зависит от предпочтений разработчика. Единицей может быть единственная функция или целое монолитное приложение.

Бессерверная разработка чат-ботов возможна благодаря методу Low-code. Low-code – это метод разработки в визуальном интерфейсе по принципу drag-and-drop, но с элементами ручного кода. В платформе для Low-code разработки пользователь перемещает блоки с уже готовым кодом и получает продукт с нужным функционалом. Готовые модули в Low-code ускоряют работу с типовыми задачами и избавляют от повторяющихся действий, но для индивидуальных решений, настроек и персонализации придется писать код. Разработка в платформе проходит по готовым шаблонам или свободно. Также поддерживаются интеграции, есть встроенные сервисы.

Low-code не исключает классическую разработку и программистов, а ускоряет их работу. Даже ручной кодирование – не всегда проект с нуля. Опытные программисты в потоке типовых заказов иногда берут шаблоны своего же кода для экономии времени.

Так разработка становится доступной для непрофессионалов, или citizen developer'ов. Они не обладают опытом в IT, но хорошо знают бизнес-процессы, что позволяет им генерировать идеи, требующие реализации [4]. В роли citizen developer'a может выступить практически любой сотрудник компании, в том числе и конечный пользователь продукта: финансовый аналитик, маркетолог, логист или инженер. По данным Gartner на февраль 2021 года, около 41% специалистов, занятых в кастомизации или создании технологических решений, – непрофессиональные разработчики [5].

Можно выделить три типа чат-ботов [6]:

1. Кнопочный.
2. Суфлер.
3. Обучающийся на основе машинного обучения.

Самым простым является первый тип, однако его функционал может быть самым разнообразным. Этот вид чат-ботов подходит для обучения, продаж, заполнения форм, игр и многого другого.

В рамках данной работы был создан собственный кнопочный чат-бот. Его тема – тренажер-справочник по франшизе о Гарри Поттере. Чат-бот состоит из двух частей: справочник и тесты по категориям, которые можно проходить несколько раз. В качестве инструментов были выбраны конструктор чат-ботов BotTap и чат-бот для создания тестов QuizBot. Это бесплатные программные продукты, подходящие для учебно-исследовательского проекта.

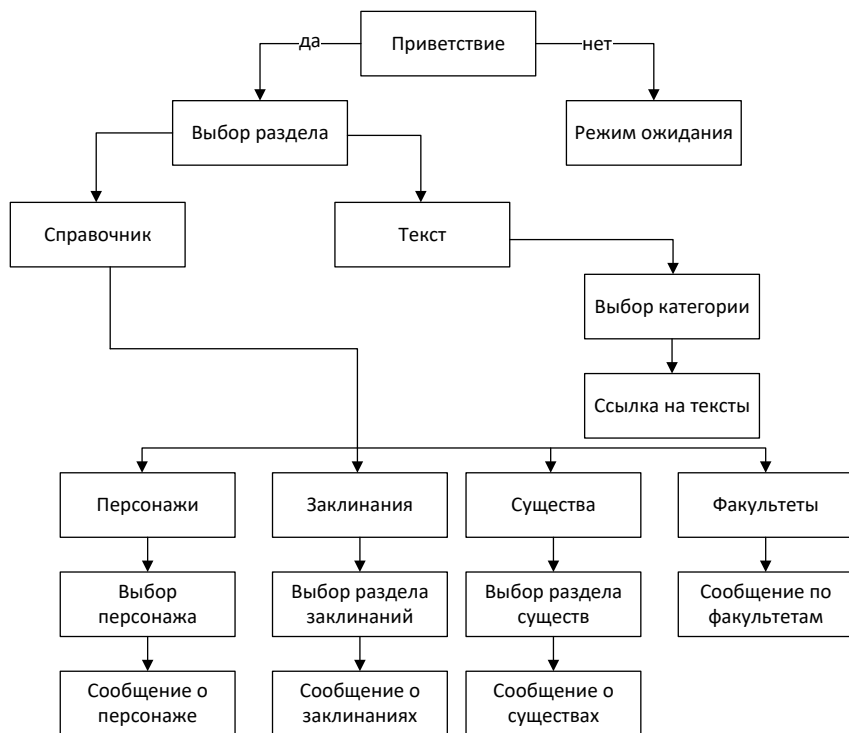


Рис. 1. Сценарий чат-бота

Плюсы конструктора, выявленные во время работы:

– бесплатно – подходит для учебного проекта;

- интуитивное использование, простота;
- наличие подсказок и tutorиала;
- скорость (изменения в боте отражаются сразу);
- наличие необходимых элементов.

Минусы:

- бесплатный период – 7 дней (но бот остается бесплатным всегда);
- реклама в бесплатной версии бота;
- ограниченное количество элементов.

Основой любого чат-бота является сценарий. Проектирование даже обучающегося бота предполагает четкую структуру и продумывание диалога с пользователем; разработать эту структуру можно как на листе бумаги, так и в специализированных программах, например, Excel. Учитывая относительно небольшой объем бота, особых инструментов не использовалась. На начальном этапе была создана четкая структура сценария (рис. 1), а после был прописан диалог бота.

Тесты были созданы в боте QuizBot. Это встроенный бот, который позволяет конструировать опросы с множеством вопросов, изображений и дополнительных текстов. Бот может отслеживать, сколько времени пользователи потратили на опрос и сколько правильных ответов они получили. Также он хранит глобальный список лидеров для каждого теста. Все эти функции не понадобилось программировать, для них не нужно было специальное оборудование. На рис. 2 пример функционала, полученного при помощи конструктора.

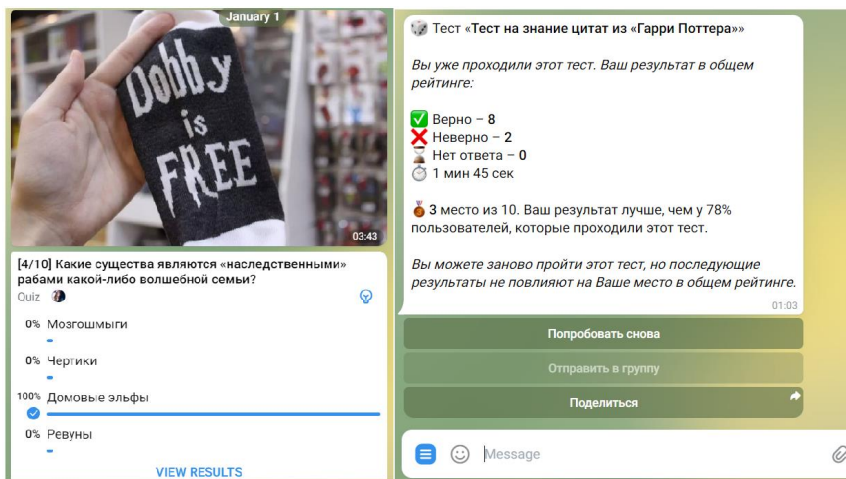


Рис. 2. Функционал чат-бота

Подобный бот-конструктор – пример самого простого бессерверного решения. Для взаимодействия с ним не требуется специальное приложение, кроме мессенджера, где он функционирует.

Во время работы с готовыми решениями необходимо уделять особое внимание дизайну продукта, поскольку это один из доступных приемов, оптимизирующих общение с клиентом. Например, чтобы было удобнее воспринимать информацию, запоминать и ориентироваться, материал в чат-боте должен быть поделен либо на меню по категориям, либо на меню с алфавитным разбиением. Для наглядного представления используется полужирный шрифт для главных элементов, курсив для важной информации или цитат, ассоциативные эмодзи, связанные с текстом логически.

Заключение

Таким образом был разработан чат-бот на основе бессерверных технологий, воспользоваться которым можно с использованием платформы Telegram. SMART-система разработана на основе интеграции между прикладными средами разработки на основе принципов Law Code.

Библиографический список

1. Kemp S. Digital 2021: Global Overview Report. URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report> (дата обращения: 29.04.2022).
2. Матвеева Н. Ю., Золотарюк А. В. Технологии создания и применения чат-ботов // Научные записки молодых исследователей. 2018. № 1. С. 28–30.
3. Киселев А. Н. Бессерверные приложения на JavaScript. М.: ДМК Пресс, 2020. 394 с.
4. Коваленко А. Что такое Low Code и ZeroCode. URL: <https://vc.ru/marketing/374861-chto-takoe-low-code-i-zero-code-i-kogda-primenyayutsya> (дата обращения: 14.05.2022).
5. Costello K., Rimol M. Gartner Forecasts Worldwide Low-Code Development Technologies Market to Grow 23% in 2021. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-02-15-gartner-forecasts-worldwide-low-code-development-technologies-market-to-grow-23-percent-in-2021> (дата обращения: 14.05.2022).
6. Ведерина Е. Чат-бот: что это и как на нем заработать. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/611217c59a794776346ad2de> (дата обращения: 13.05.2022).

УДК 004.891.3

В. Д. Чарьева

студент кафедры медицинской радиоэлектроники

Е. П. Виноградова – старший преподаватель – научный руководитель

СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ СНИМКОВ КТ И МРТ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Доброкачественные и злокачественные опухоли делятся на опухоли низкого уровня и высокого уровня, опухоли более высокого уровня, 3 и 4 классов, быстро растут и поражают здоровые клетки головного мозга. Поэтому, возможность выявить опухоль на ранней стадии станет ценным продвижением в медицине.

Диагностировать опухоль можно с помощью магнитно-резонансного томографа или компьютерной томографии. Важным преимуществом МРТ считается сохранение четкой картины всех структур даже при различной глубине тканей, а также исследование участков мозга, закрытых черепной коробкой.

Отличия МРТ и КТ в том, что на компьютерной томографии лучше визуализируются костные структуры или сосуды, если применить контрастирование. На МРТ лучше визуализируются ткани мозга, сосуды.

Существуют три основные проекции МРТ и КТ [1]:

Ax – аксиальная проекция. Срез в поперечной плоскости тела.

Sag – сагиттальная проекция. Срез вдоль передне-задней оси тела.

Cor – коронарная проекция. Срез в плоскости двусторонней симметрии тела, перпендикулярен сагиттальному.

Система компьютерной обработки снимков МРТ и КТ может осуществляться с помощью классификации, автоматизированной системы обработки.

Классификация – это один из способов комплексной обработки данных. Алгоритм классификации опухоли на изображении включает такие фазы, как извлечение признаков и классификация.

При извлечении элементов изображения можем выделить группу уникальных статистических атрибутов. Важно сказать о функциях, которые могут быть использованы – процесс извлечения контура, т. е. процесс уменьшения размерности, некоторые функции включают в себя метрики качества изображения, моменты статистических гистограмм.

Сегментация опухоли головного мозга может выполняться на основе метода гибридной кластеризации. Этот метод выполняется путем инициализации номеров кластеров k , максимальных итерация и параметра завершения, но для этого сначала необходимо уменьшить шумы изображения и удаление черепов. [2] Центры кластеров рассчитываются по формуле:

$$MU = \frac{(1:k) \cdot m}{(k+1)},$$

где MU – начальное среднее значение, которое может быть вычислено из-за k ; k – количество кластеров, а m определяется как

$$m = \max(MRI \text{ image}) + 1.$$

Каждая точка относится к ближайшему кластеру на основе минимального расстояния, затем вычисляются новые центры кластера до того момента, пока критерий сходимости не будет выполнен. Кластеризованные точки, новые центры кластеров и рассеянные точки, введенные одновременно при вычислении нового расстояния, кластеризуются по значению принадлежности. Данный цикл занимает меньше итераций, чем при случайном выборе, так как экономится время. В результате будет обнаружено изображение кластеризации, включая время выполнения и номер итерации. На этом этапе создается гибридный метод, основанный на жесткой кластеризации, что позволяет каждой точке принадлежать только к ближайшему кластеру, и на мягкой кластеризации, что позволяет каждой точке получить определенную степень принадлежности.

Матрица кооперации уровня серого

Матрица кооперации уровня серого это надежный способ статистического анализа изображений, благодаря которому можно оценить характеристики изображений второго порядка. Матрица кооперации серого уровня представляет собой двумерную матрицу совместной вероятности между пикселями над изображением (I) как распределение совместно встречающихся значений при заданном смещении (dx, dy) для изображения с размером N×M:

$$C_{dx,dy}(i,j) = \sum_{p=1}^N \sum_{q=1}^M \begin{cases} 1, & \text{если } I(p,q) = i \wedge I(p+dx,q+dy) = j \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

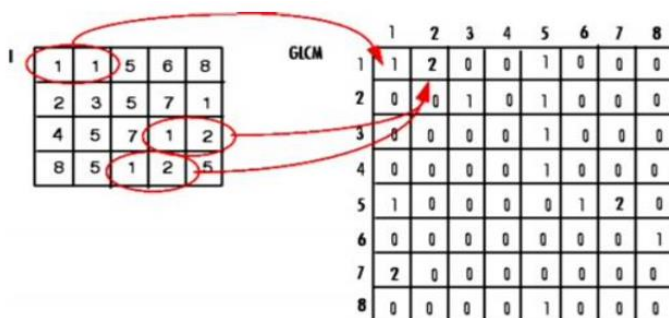


Рис. 1. Пример, показывающий, как построена схема матрицы кооперации уровня серого

Выделенные признаки (на основе области объекта – опухоли) и выбранные из сегментированных изображений, затем классифицированы с использованием методов нейронной сети для диагностики наличия у пациента (доброкачественной опухоли) или (злокачественной опухоли).

В качестве классификатора опухолей на основе матрицы кооперации уровня серого используется вероятностная нейронная сеть Парцена (PNN), это достаточно быстрый классификатор. Входной слой состоит из «Р» нейронов, который зависит от категориальных переменных различных признаков, извлеченных с использованием матрицы совпадений серого уровня (GLCM) [3], где при отображении входа первый слой вычисляет расстояние от входного вектора до обучаемых векторов и создает новый вектор, благодаря которому определяются расстояние входного вектора к входу обучения. Затем, чтобы получить вектор вероятностей, для каждого класса суммируются данные, после чего конкурирующая передаточная функция на выходе второго уровня, выбирает максимум этих вероятностей и определяет 1 для этого класса и 0 для других.

Классификация локального объекта с использованием SVM

Алгоритм SVM является контролируемым методом обучения и применим для задач классификации от одного до n классов [4]. Путем нелинейного преобразования SVM преобразует входное пространство в многомерное пространство, в котором наблюдается оптимальная линейная дискриминантная поверхность. Медицинские изображения обычно линейны и недееспособны. Для классификации опухоли головного мозга, выполненной путем отбора признаков с возможностью разделения по классам ядра.

Метод опорных векторов определяет гиперплоскость, поделенную на два учебных класса:

$$f(y) = Z^T \phi(y) + b,$$

где Z и T – гиперплоскостные параметры, а φ(y) – функция, используемая для отображения вектора у в более высокоразмерное пространство [2].

Этот этап необходим для автоматического обнаружения опухолей головного мозга, с помощью системы автоматизированной диагностики. Первый этап системы – сегментация изображения, второй этап – выделение и выбор признаков, третий этап – классификация.

Уравнение

$$k(y_i, y_j) = \exp \left[-\gamma \|y_i - y_j\|^2 \right]$$

обеспечивает гауссовскую функцию ядра нелинейной SVM [2], используемой для оптимального решения классификации и обобщения.

Выбор функций с возможностью изменения класса ядра делает алгоритм SVM выбором по умолчанию для классификации опухоли головного мозга (доброкачественной или злокачественной).

Обобщая изученное, можно сделать вывод, что некоторые методы для обнаружения опухоли на снимках МРТ и КТ являются не всегда выгодными с точки зрения вычислений, к тому же, некоторые из них выполняют только классификацию или сегментацию. Метод опорных векторов способен классифицировать опухоль головного мозга в нормальных и аномальных тканях. Для удаления шума и сглаживания используется предварительная обработка, затем применяется некий алгоритм, извлекаются текстурные признаки из матрицы кооперации уровня серого. Классификатор вероятностной нейронной сети способен классифицировать опухоль по изображениям МРТ головного мозга.

Библиографический список

1. Проекция МРТ и КТ. URL: <https://www.mrtspb.ru/articles/kakie-sushchestvuyut-proekcii-v-mrt/> (дата обращения: 08.05.2022).
2. Хамад Ю. Разработка и исследование алгоритмов сегментации и распознавание объектов на медицинских изображениях. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2020. 171 с.
3. Identification and classification of brain tumor MRI images with feature extraction using DWT and probabilistic neural network / Varuna Shree N. [et al.] Bangalore, Springer, 2018. 8 p.
4. Automated detection of brain tumor cells using SVM / Geetanjali Birare. Aurangabad, Computer Science and Engineering, 2018. 4 p.

УДК 621.31

А. А. Чекменева

студентка кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

В. А. Климиник – кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского отдела биотехнических проблем – научный руководитель

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СРАВНЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ДВУХ ДАТЧИКОВ КИСЛОРОДА В ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ

Для оценки содержания газового состава в выдыхаемом воздухе важное значение имеет фаза выдоха. При этом стоит учитывать, что достоверные данные о газовом составе получается при содержании кислорода в выдыхаемой смеси менее 14% [1 – 3], исходя из этого важным моментом является наличие быстродействующего датчика кислорода в измерительном устройстве.

Таким образом, по данным, полученным с датчиков, принимается решение о заборе пробы выдыхаемого воздуха. В рамках данной работы был произведен сравнительный анализ нескольких электрохимических датчиков кислорода отечественного производства Оксик-3 [4] с различной толщиной мембраны.

Основными критерием выбора датчика кислорода были: быстродействие, возможность его работы без принудительной прокачки воздушной пробы, его рабочий диапазон и доступность на рынке.

Основные достоинства электрохимических датчиков является линейность характеристики, высокая точности и воспроизводимость результатов, основным недостатком таких датчиков является небольшой срок службы. В датчиках данной серии производитель гарантирует срок службы в течение 3 лет при общем сроке работы до 10 лет.

Для сравнительного анализа датчиков кислорода по быстродействию была составлена электрическая принципиальная схема (рис. 1) [4].

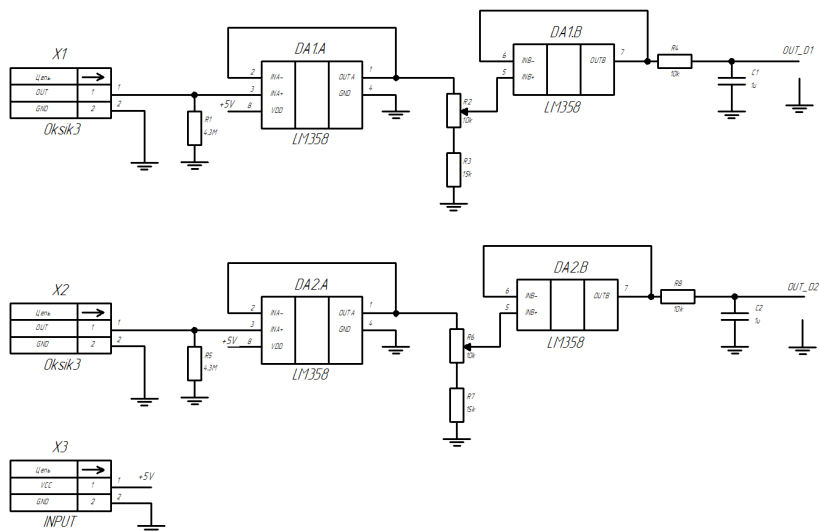


Рис. 1. Электрическая принципиальная схема подключения двух датчиков кислорода

Каждый канал оценки содержания кислорода в выдыхаемом воздухе выполнен по идентичной схеме, поэтому остановимся на описании одного канала. Датчики подключаются к усилителям через

разъемы X1 и X2. Сигнал с датчика кислорода типа Oksik-3 подается на неинвертирующий вход повторителя напряжения, собранного на двояном операционном усилителе (ОУ) типа LM358. По условиям производителя датчика кислорода, должен нагружаться на резистор, величиной не менее 2 МОм. В данном варианте используется нагрузочный резистор 4,3 МОм, что не противоречит условиям применения датчика и не вызывает большого смещения выходного напряжения ОУ. Калибровка показаний датчика кислорода осуществляется при включении макета устройства, и заключается в установке выходного напряжения повторителя напряжения на ОУ D1.B, с помощью переменного многооборотного резистора R2, величиной в 0,21 В. Это соответствует величине концентрации кислорода в окружающей атмосфере в 21%. По такой методике калибруются почти все серийно выпускаемые датчики кислорода. При дальнейшей обработке показаний датчиков кислорода необходимо учитывать значения калибровки. Был изготовлен макет устройства, представленный на рис. 2.

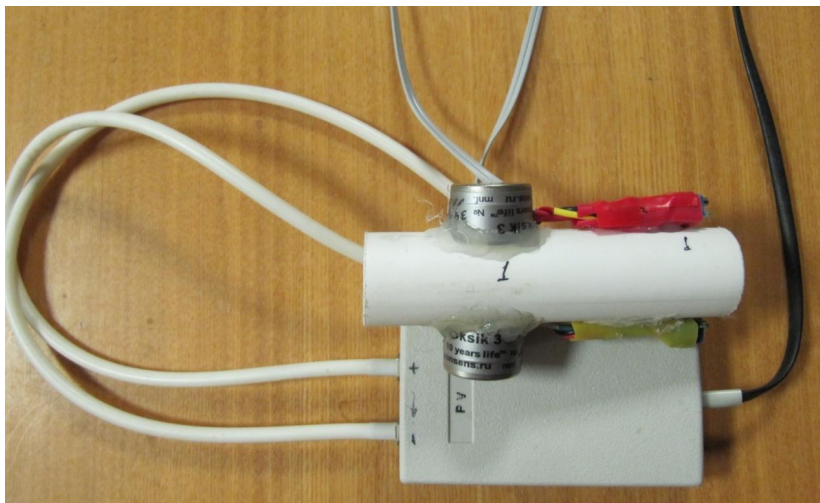


Рис. 2. Общий вид макета устройства для сравнения быстродействия датчиков кислорода и показаний датчика дыхания

Макет устройства представляет собой трубку диаметром 20 мм, внутри которой расположен датчик дыхания в виде шайбы, формирующий перепад давления в зависимости от фазы дыхания. С двух сторон расположены исследуемые датчики кислорода, которые встроены в канал и анализируют содержание кислорода в выдыхаемом воздухе.

С помощью дифференциального датчика давления происходит регистрация фаза дыхания. На рис. 3 представлена осциллограмма записи с датчика давления, характеризующая фазу выдоха и сигналы с датчиков кислорода с быстродействием 1 с и 5 с.

Запись осуществлялась в программной среде LGraph2 с частотой дискретизации сигналов 1 кГц и разрешением 12 бит. На верхней части рисунка показаны фазы четырех выдохов, на среднем графике приставлен сигнал датчика кислорода с высоким быстродействием (1 с), на нижнем – сигнал с датчика кислорода со средним быстродействием (5 с). Видно, что сигнал с датчика с высоким быстродействием содержит более детальные фрагменты содержания кислорода в выдыхаемом воздухе.

На рис. 4 представлена детальная осциллограмма одной фазы выдоха, позволяющая увидеть содержание кислорода с двух датчиков с разные моменты фазы выдоха.

Из представленного рисунка видно, что более быстродействующий датчик кислорода, показывает больше информации о содержании кислорода в выдыхаемом воздухе.

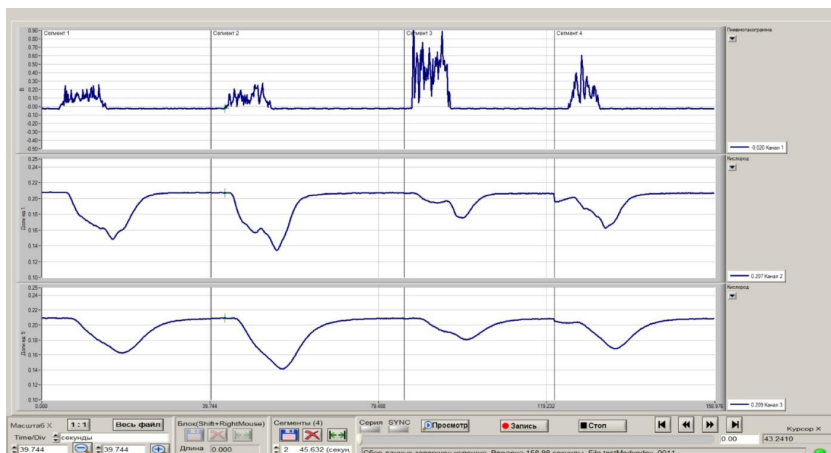


Рис. 3. Осциллограмма записи с дифференциального датчика давления и датчиков кислорода с разным быстродействием

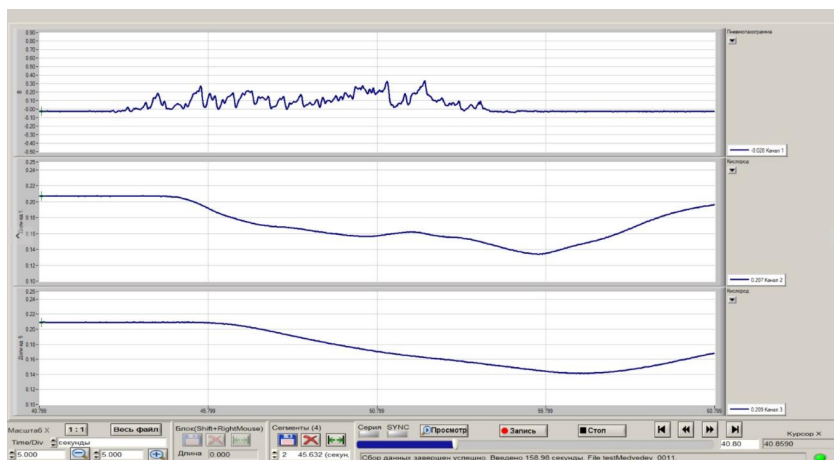


Рис. 4. Детальная осциллограмма одной фазы выхода

В данной работе был изготовлен макет устройства для исследования датчиков кислорода. В перспективе, данная работа позволит создать критерии по выбору датчиков кислорода для различных устройств по анализу состава газов в выдыхаемом воздухе.

Библиографический список

1. Siu Man Lee, Imogen HE Falconer, Trudi Madden, Peter O Laidler. Characteristics of oxygen concentration and the role of correction factor in realtime GI breath test // Gastrointestinal infection. 2020. P. 6.
2. Anderson JC, Hlastala MP. Breath tests and airway gas exchange // Pulm Pharmacol Ther. 2007. P. 1–7.

3. Braden B. Methods and functions: breath tests // Best Pract Res Clin Gastroenterol. 2009. P. 337–52.
4. Датчик кислорода. URL: <https://www.eksis.ru/catalog/sensors-and-mikrokompressory/product293.php> (дата обращения: 09.11.2021).
5. Датчик углекислого газа SensirionSCD30 Sensor Module. URL: <https://docs.rs-online.com/2d49/0900766b816b6f9d.pdf> (дата обращения: 09.11.2021).

УДК 621.31

А. А. Чеkmенева

студентка кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

В. А. Климиник – кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского отдела биотехнических проблем – научный руководитель

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ АДДИТИВНОЙ ПОМЕХИ НА ПОКАЗАНИЯ ГАЗОВОГО ДАТЧИКА ВОДОРОДА

Анализ выдыхаемого воздуха является активно развивающимся направлением неинвазивной медицинской диагностики. Выдыхаемый воздух содержит большое количество летучих органических соединений (ЛОС) [1 – 3]. Концентрации ЛОС отражает наличие различных патологических состояний. Для такого анализа можно использовать различные методы, рассмотрим на основе полупроводникового датчика газового состава.

Промышленное производство полупроводниковых сенсоров широко развито во всем мире. Полупроводниковые датчики выполнены на основе пленок оксида олова, сопротивление которых в чистом (свежем) воздухе очень высоко. Однако оно резко снижается при попадании на пленки веществ (метана, пропана, водорода и т. д.), паров органического происхождения (алкоголя, кетона, эфирного масла, бензола и т. д.) и многих других газов и примесей [4].

Исследуемый датчик газового состава FigaroTGS8100 имеет низкое энергопотребление, малогабаритный и имеет длительный срок службы. Диапазон обнаружения водорода от 1 до 30 ppm, напряжение нагревателя 1,8 В и потребляемая мощность 15 мВт [5].

Микросхема датчика TGS8100 содержит сенсорный элемент с нагревателем, на рис. 1 представлена измерительная схема. Датчик требует двух входов напряжения: напряжение нагревателя (V_H) и напряжение измерительной цепи (V_C). Напряжение нагревателя (V_H) подается на встроенный нагреватель для поддержания чувствительного элемента при определенной температуре, оптимальной для измерения. Напряжение цепи (V_C) применяется для измерения напряжения (V_{OUT}) на нагрузочном резисторе (R_L), который соединен последовательно с датчиком. Напряжение постоянного тока требуется для питания измерительной цепи, так как она требует определенной полярности. Значение нагрузочного резистора (R_L) должно быть выбрано исходя из требований, приводимых в техническом описании датчика [5].

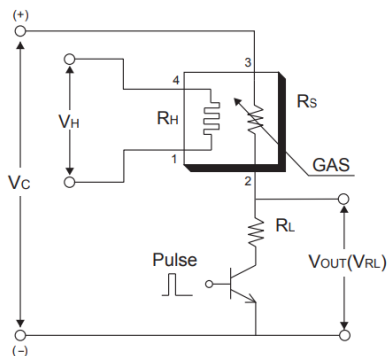


Рис. 1. Измерительная схема датчика TGS8100

Сопротивление датчика (R_s) рассчитывается с измеренным значением по следующей формуле:

$$R_s = \left(\frac{V_C}{V_{RL}} - 1 \right) \cdot R_L.$$

Реальная зависимость сопротивления от концентрации нелинейная, так как на скорость химической реакции существенно влияют параметры окружающей среды.

Учет влияния относительной влажности на показание датчика необходим, так как при анализе выдыхаемого воздуха происходит увеличение влажности в камере. Для проведения учета помехи от влажности на показания датчика TGS8100 используется датчик влажности/температуры SHT31 от Sensirion [6]. Данный датчик содержит встроенный нагревательный элемент для испарения конденсата и влаги, его функциональность включает в себя усовершенствованную обработку сигнала, имеющий возможность выбирать два адреса I2C и скорости связи до 1МГц.

Для проведения исследования датчиков TGS8100 и SHT31 было разработано устройство для оценки водорода. На рис. 2 приставлена печатная плата с исследуемыми датчиками и камера для воздушной среды, а также и само устройство (рис. 3).

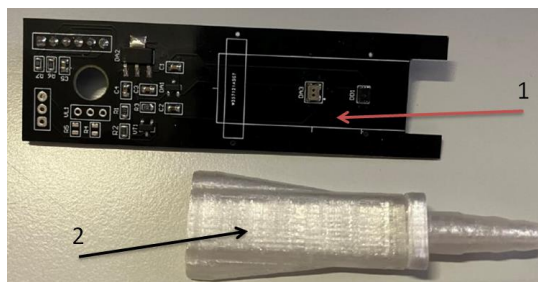


Рис. 2. Печатная плата и камера для воздушной среды



Рис. 3. Внешний вид устройства для оценки водорода

Для исследования было использовано: устройство для оценки водорода (1), стеклянный бокс (2), который служит защитой от влияния внешних факторов и генератор воздушного потока с относительной влажностью около 75% (3) (рис. 4), а также баллон с водородом концентрации 20 ppm (рис. 5).

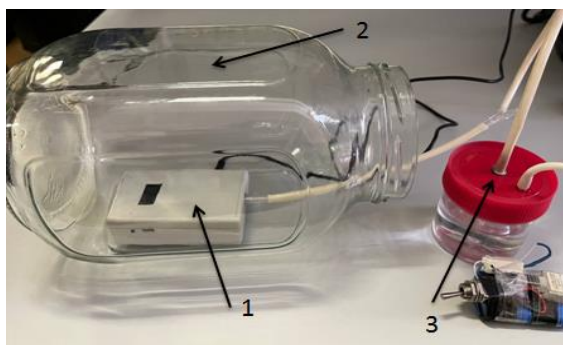


Рис. 4. Инструменты для проведения исследования устройства для оценки водорода



Рис. 5. Баллон с водородом концентрации 20 ppm

По составленной схеме исследования были произведены замеры по датчику TGS8100 при подаче разных концентраций и одновременно производились замеры относительной влажности и температуры (датчик SHT31). По изменению сопротивления при подачи газовой смеси вычислялось отношение:

$$K = \frac{R_s}{R_{s0}},$$

где R_s – сопротивление после подачи исследуемой воздушной смеси, R_{s0} – сопротивление окружающего воздуха.

На рис. 6 представлен график зависимости изменения вычисленного коэффициента K для датчика TGS8100 от концентраций водорода. На рисунке представлено 2 графика: красный график – данные с датчика при подаче водорода с относительной влажностью примерно 35%, а синий график – водород с влажностью около 75%.

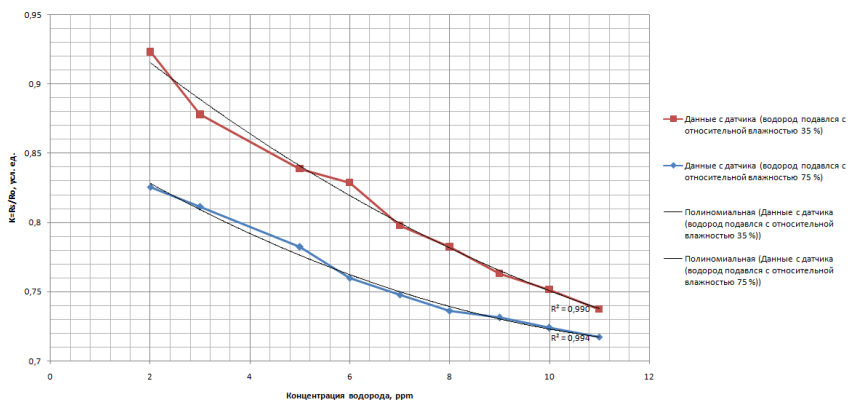


Рис. 6. График зависимости изменения вычисленного коэффициента K для датчика TGS8100 от концентраций водорода

Как видно из рисунка зависимость показания датчика TGS8100 от концентрации водорода получается нелинейной, наиболее подходящая аппроксимация – полиномиальная (2-го порядка).

Необходимо провести дополнительные исследования для возможности синтезировать модель датчика водорода TGS8100 с учетом полученных данных с датчика влажности/температуры SHT31.

Библиографический список

1. Дмитриенко М. А., Джагацпанян И. Э. Выбор детекторов для проведения водородно-метанового дыхательного теста // Химия и химическая технология, органический синтез и биотехнология. 2016. № 34. С. 5.
2. Вакс В. Л., Домрачева Е. Г., Собакинская Е. А., Черняева М. Б. Анализ выдыхаемого воздуха: физические методы, приборы и медицинская диагностика // Успехи физических наук. 2014. Т. 184. № 7. С. 739–758.
3. Копылов Ф. Ю. Перспективы диагностики различных заболеваний по составу выдыхаемого // Клиническая медицина. 2013. № 10. С. 16–21.
4. Обвинцева Л. А. Полупроводниковые металлооксидные сенсоры для определения химически активных газовых примесей в воздушной среде // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2008. № 2. С. 113–121.
5. Datasheet TGS8100. URL: <https://doc.platan.ru/pdf/datasheets/other/tgs8100.pdf>. (дата обращения: 11.05.2022).
6. Datasheet SHT31. URL: https://doc.platan.ru/pdf/datasheets/sensirion/SHT3x_digital.pdf. (дата обращения: 11.05.2022).

УДК 621.38

Д. С. Шамрицкая

студентка кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

В. А. Климиник – кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского отдела биотехнических проблем – научный руководитель

ПРИМЕНЕНИЕ RFID ТЕХНОЛОГИЙ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В современном мире RFID технологии с каждым днем находят в жизни общества все больше различных вариантов применения: от домашних домофонов до контроля качества на производстве. Одним из наиболее перспективных направлений развития RFID технологии является ее применение в биологических исследованиях.

Технология радиочастотной идентификации основана на передаче данных при помощи электромагнитных полей (по радио). Чип, называемый ответчиком или меткой, хранит на себе уникальный порядковый номер идентификации. RFID метка состоит из антенны и чипа, содержащего индивидуальные данные объекта. Сокращение аббревиатуры RFID расшифровывается как Radio Frequency Identification, что на русском языке обозначают как радиочастотная идентификация.

Как правило, RFID метка состоит из следующих компонентов:

- 1) чипа, который хранит в себе идентификационную и пользовательскую информацию, а также отвечает за связь со считывающим устройством;
- 2) антенны, которая позволяет передавать информацию между меткой и считывающим устройством;
- 3) оболочки, в которую помещаются чип и антенна;
- 4) внешнего корпуса, адаптированного для крепления метки к различным объектам, требующим идентификации.

На рис. 1 изображена обобщенная схема RFID антенны и метки [1].

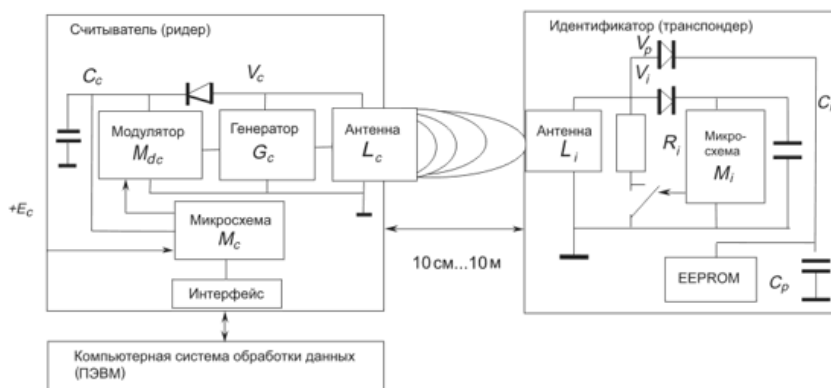


Рис. 1. Устройство RFID приемника и метки

Одними из наиболее часто используемых в биологических исследованиях типов RFID меток являются чипы для животных. Как правило, RFID метки, используемые для чипирования животных, представляют собой низкочастотные ответчики, работающие в диапазоне частоты сигнала 120–134 кГц. Данные метки являются пассивными ответчиками. То есть для работы им необходимо получить питание от электромагнитного поля, которое излучает считывающее устройство. Для функционирования пассивным меткам не требуется собственный источник питания, что позволяет делать ответчики очень

маленькими и экономичными. Как правило, их корпус изготавливается из специального стекла, что также делает их устойчивыми к коррозии и повреждениям внутри организма животного. Данные метки подкожно вводятся непосредственно в холку животного, поэтому они никак не мешают ему при жизни и не сказываются на его здоровье. На рис. 2 представлено сравнение разных размеров RFID меток для животных с размером спички [2].



Рис. 2. RFID метки для животных

Все RFID метки кодируются с помощью специального метода – Манчестерского кодирования.

Манчестерское кодирование – это метод модуляции данных, который может использоваться во многих ситуациях, но особенно полезен при двоичной передаче информации на основе аналоговых, радиочастотных, оптических, высокоскоростных цифровых или дальних цифровых сигналов.

Существует два основных типа кодирования:

- 1) кодирование по стандарту IEEE 802: логический «0» на входе кодируется перепадом напряжения с высокого уровня на низкий, а логическая «1» – с низкого на высокий;
- 2) кодирование по Г. Е. Томасу: логический «0» на входе кодируется перепадом напряжения с низкого уровня на высокий, а логическая «1» – с высокого на низкий.

При кодировании RFID меток для животных используется первый тип кодирования, протокола низкочастотных RFID-карт формата EM-Marin. При обычном сигнале в начале каждого такта сигнала происходит перепад потенциала для кодирования логического нуля и логической единицы [3].

При манчестерском же кодировании каждый такт сигнала делится на две части: информация кодируется перепадами потенциала в середине каждого такта. Единица кодируется перепадом от низкого уровня сигнала к высокому, а ноль – обратным перепадом (по стандарту IEEE 802.3). В начале каждого такта может происходить служебный перепад сигнала, если нужно представить несколько единиц или нулей подряд. Так как сигнал изменяется по крайней мере один раз за такт передачи одного бита данных, то манчестерский код обладает хорошими самосинхронизирующими свойствами [3].

Сравнение обычного сигнала и Манчестерского кода приведено на рис. 3.



Рис. 3. Пример манчестерского кода [4]

Для того, чтобы определить старт данных используется уникальная комбинация стартовых бит в виде 9 единиц, после каждых 4 битов данных добавляется бит четности, а последние 4 бита данных составляют бит четности по столбцам. После него следует последний стоп-бит, который всегда равен 0. Первый байт данных карты представляет собой версию чипа карты или так называемый групповой идентификатор, а последующие 4 байта представляют ID карты. Первый байт карты обычно равен 0 и его часто не учитывают в системах контроля доступа.

Пример расшифровки манчестерского кода приведен на рис. 4.

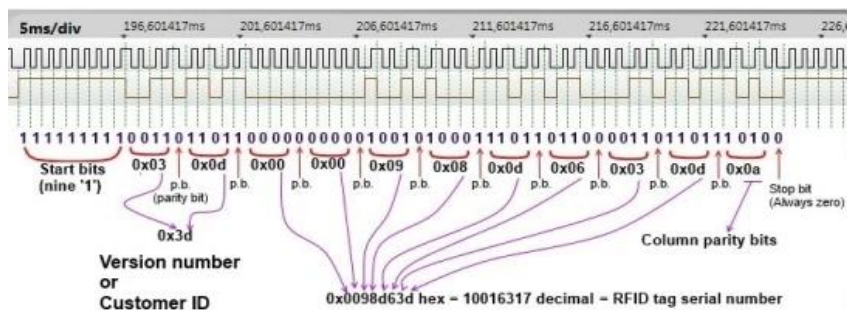


Рис. 4. Расшифровка манчестерского кода

Помимо использования меток для животных, RFID нашел для себя и другие методы применения в биологических исследованиях. Например, инженеры из Стэнфордского университета разработали радиочастотные метки (RFID), которые могут легко уместиться в клетку организма – их размер составляет всего лишь 22 микрона. Эти устройства, аналогичные чипам в проездных билетах или на книгах в магазинах, позволяют бесконтактно идентифицировать объекты. По словам авторов, основное применение для таких систем – поточное исследование состояния отдельных клеток. Работа опубликована в журнале *Physical Review Applied*, кратко о ней сообщает *Physics* [5]. На рис. 5 представлена макросъемка клеток с RFID метками.

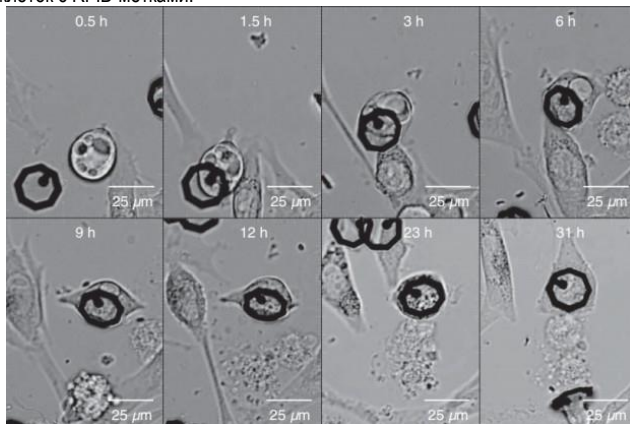


Рис. 5. RFID метки в клетках

Еще одним часто используемым способом использования RFID меток является система пропусков на предприятиях и лабораториях закрытого типа. Благодаря RFID картам-пропускам предприятия могут отслеживать перемещение своих сотрудников, а также ограничивать доступ к помещениям тем, кто в них не работает. Это позволяет так же контролировать, какие сотрудники, например, контактировали с опасными реагентами, вирусами или бактериями, и, в случае происшествия или утечки, вовремя найти и изолировать таких людей.

На рис. 6 представлен пример схемы отслеживания передвижения сотрудника по отделению.



Рис. 6. Пример схемы отслеживания передвижения сотрудника по отделению

На данный момент, мной так же разрабатывается устройство, основанное на RFID технологии, которое будет применяться в биологических исследованиях. Разрабатываемое устройство должно автоматически определять индивидуальный номер крысы, которая подошла к кормушке, а также вычислять время, которое она провела у нее во время питания, после чего эти данные должны быть переданы на компьютер. На компьютере, обработанные данные будут обработаны и представлены в виде таблицы, что позволит пользователю быстро находить информацию о каждой особи.

На рис. 7 схематически представлен макет разрабатываемого устройства. Цифрами на рисунке обозначены: 1 – резервуар с водой или кормом, 2 – инфракрасный датчик, 3 – обмотка RFID антенны, 4 – трубка для подачи корма или воды, 5 – металлический кожух.

На рис. 8 изображено схематическое применение макета устройства на животном.

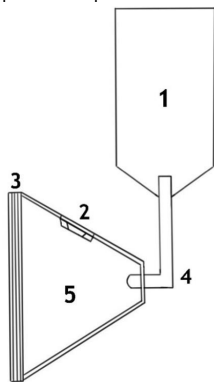


Рис. 7. Структурная схема макета устройства

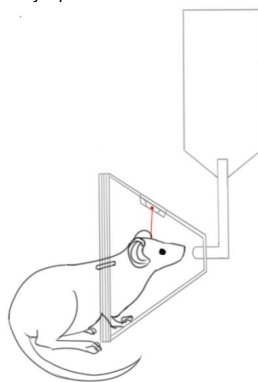


Рис. 8. Схематическое применение макета устройства

В данной статье были рассмотрены основные вопросы, возникающие при RFID технологии в биологических исследованиях, а также приведены различные способы ее использования.

Также на основе проведенных исследований, был разработан пример макета разрабатываемого устройства на основе RFID технологии.

Библиографический список

1. Радиочастотная идентификация (RFID): принцип работы и применение. URL: <http://elektrik.info/device/1247-radiochastotnaya-identifikaciya-rfid.html> (дата обращения: 16.11.2021).
2. Стекланные метки для животных. URL: <https://www.hidglobal.ru/products/rfid-tags/identification-technologies/glass-tags-animals> (дата обращения: 10.05.2022).
3. Исследование протокола RFID карт. URL: <https://iotexpert.wordpress.com/2016/09/07/%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0-rfid-%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82/amp/> (дата обращения: 12.05.2022).
4. Манчестерский код. Ч. 1. Кодирование данных. URL: <https://microtechnics.ru/manchesterskij-kod-chast-1-kodirovanie-dannyh/> (дата обращения: 16.05.2022).
5. Для клетки сделали RFID-метки URL: <https://alev.biz/news/science-news/biotechnology/dlya-kletki-sdelali-rfid-metki/> (дата обращения: 03.05.2022).
6. Маркировка и идентификация лабораторных животных для проведения научно-исследовательских работ. URL: <https://vivarium-nnz.ru/markirovka-i-identifikatsiya-laboratornyh-zhivotnyh/> (дата обращения: 15.05.2022).
7. O mouse, where art thou? The Mouse Position Surveillance System (MoPSS) an RFID-based tracking system. URL: [file:///C:/Users/user/Downloads/2021-Habedank-OMouseWhereArtThouTheMousePosi%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/2021-Habedank-OMouseWhereArtThouTheMousePosi%20(1).pdf) (дата обращения: 10.05.2022).

В. В. Шевняков

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Е. Л. Турнецкая – кандидат технических наук – научный руководитель

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕЙ SMART-СИСТЕМЫ ПО РАЗВИТИЮ КОМПЕТЕНЦИИ «ЭКСПОРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»

Компетенция «Экспортная деятельность» входит в состав компетенций FutureSkills, которые направлены на опережающую подготовку кадров и нацелены на проектирование новых компетенций, востребованных в условиях цифровой экономики [1]. Поэтому в ГУАП на кафедре «Международное предпринимательство» появилась необходимость в создании образовательной системы, чтобы в игровой форме проверять процесс формирования компетенции «Экспортная деятельность» у студентов.

Для начала разработки диалоговой системы необходимо классифицировать с целью выявления требований к архитектурной и структурной частям. Выделяются две основных классификации чат-ботов: бизнес-классификация и техническая классификация.

По бизнес-классификации чат боты делятся на следующие типы:

1. Разговорные чат-боты позволяют имитировать общение с человеком, не придерживаясь конкретной цели диалога.

2. Чат-боты ассистенты имеют конкретную цель, которая заключается в помощи пользователю при выполнении определенных действий.

3. Q&A боты способны общаться только в формате 1 вопрос – 1 ответ [2].

По технической классификации выделяют следующих чат-ботов:

1. Основанные на бизнес-правилах чат-боты имеют дерево-подобную структура разговора.

2. Основанные на искусственном интеллекте. Такие чат-боты построены полностью на использовании искусственного интеллекта.

3. Гибридные чат-боты – это комбинация чат-ботов первых двух типов [2].

Классифицировать диалоговые системы можно по степени их ориентированности и типу домена. Задаче-ориентированные диалоговые системы разрабатываются для решения конкретных задач. Системы общего назначения могут поддерживать беседу практически на любую тему. Системы с закрытым доменом имеют заранее определенный сценарий общения, ведя только в пределах предметной области, для которой они были созданы. Системы же с открытым доменом способны поддерживать диалог на разные темы [3].

Для решения поставленной задачи необходимо разработать проблемно-ориентированного чат-бота ассистента с закрытым доменом, основанного на бизнес-правилах. Чат-бот является сложной системой, состоящей из клиентской и серверной части. За клиентскую часть было решено взять один из популярных мессенджеров.

На данный момент на рынке мессенджеров присутствует большое количество продуктов. Рассмотрим три самых популярных мессенджера Telegram, WhatsApp, Viber и сравним их по некоторым характеристикам. Сравнение представлено в табл. 1.

Как видно из таблицы мессенджеры Telegram и Viber позволяют создавать чат-ботов, однако, у Telegram предусмотрены:

- возможность работы с серверной частью через REST API,
- наличие библиотек для большинства платформ разработки,
- высокая надежность,
- минимальная задержка.

Также он обладает полной и подробной документация для разработчиков программного обеспечения. Поэтому в качестве платформы для разработки SMART-системы был выбран Telegram.

Серверную часть было решено реализовывать на языке Python, который является простым и мощным инструментом для решения подобных задач и имеет обширное собрание библиотек, среди которых есть aiogram, являющееся готовым решением для взаимодействия с Telegram Bot API, а также позволяет разрабатывать программное обеспечение с использованием парадигмы асинхронности.

Сравнение мессенджеров [4]

Особенность	Telegram	Viber	WhatsApp
Документация	Открытая и подробная	Открытая и подробная (разработка новых приложений невозможна)	Отсутствует
Учетная запись через	Номер телефона, имя пользователя	Номер телефона, сообщества	Номер телефона
Скорость отправки сообщений	≈ 150 миллисекунд	≈ 900 миллисекунд	≈ 550 миллисекунд
Надежность	Высокая	Средняя	Средняя
Создание Ботов	@BotFather и Bot API	Через Viber REST API	–
Возможности Разработки чат-ботов	Доступ по Bot API через подробный REST интерфейс, наличие библиотек	Доступ по Viber API через REST интерфейс и NodeJS Bot API, Python Bot API	–

Структурная модель (рис. 1) описывает взаимодействие между пользователем и чат-ботом.

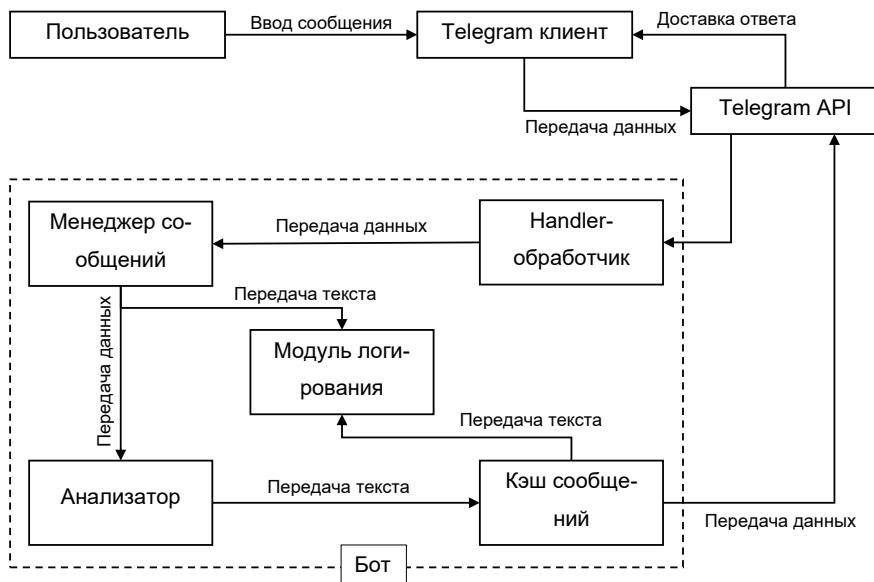


Рис. 1. Структурная модель взаимодействия

Структурная модель чат-бота декомпозирована на компоненты. Общение происходит через сервера Telegram, которые направляют данные от пользователя нужному чат-боту. Далее сообщения попадают в Handler-обработчик, который на основе заданных паттернов перехватывает внутренние команды. Если сообщение не является командой, то оно передается дальше в менеджер сообщений, который определяет пользователя, и на основании его текущего состояния выбирает анализатор для

проверки сообщения, также он следит за логированием сообщений от пользователя направляя копию текста сообщения в модуль логирования. Выбранный анализатор принимает сообщения от менеджера сообщений и на основе заложенных в нем паттернов проверки определяет дальнейший ход диалога и сообщение, которое необходимо отправить пользователю. Данное сообщение отправляется в кэш сообщений, который является временным хранилищем перед отправкой. Также данный модуль отправляет копию текста сообщения в модуль логирования. В конечном счете сообщение так же через сервера Telegram доставляется требуемому пользователю.

Для того, чтобы пользователь находился в своей канве диалога и другие пользователи, общающиеся с ботом, не мешали, был реализован менеджмент сессий. Он подразумевает из себя хранение текущего состояния пользователя в диалоге. Для этого был выделен глобальный массив сессий, в который по мере роста одновременно общающихся пользователей дописывается информация о каждой сессии. К данному массиву имеет доступ менеджер сообщений, который непосредственно отслеживает текущее состояние пользователя и анализатор, который способен изменять состояние пользователя в зависимости от ветви диалога. Когда пользователь заканчивает работу, то его сессия автоматически удаляется.

Диалог представлен древовидной структурой, где каждая вершина является состоянием, в котором может находиться пользователь в процессе диалога. Каждое такое состояние определяет сообщения, отправляемые пользователю, и паттерны проверки приходящих сообщений от пользователя. Внутри каждого состояния реализована вся логика ветвления по диалогу, именно в них определяется какое состояние должно быть следующим, отчего меняется ветвь диалога.

По заданной архитектурной модели ведения диалога был написан скрипт диалога, в котором предусмотрено ветвление по всем возможным ситуациям, возникающим в процессе диалога. Данный скрипт реализован с помощью программного средства MS Excel. Затем программный скрипт внедрен в программный код чат-бота.

Внедренный сценарий диалога был протестирован вместе с работоспособностью чат-бота. На рис. 2 – 4 показано поведение бота в ситуации, когда на один и тот же вопрос дают положительный, отрицательный и нейтральный ответ.

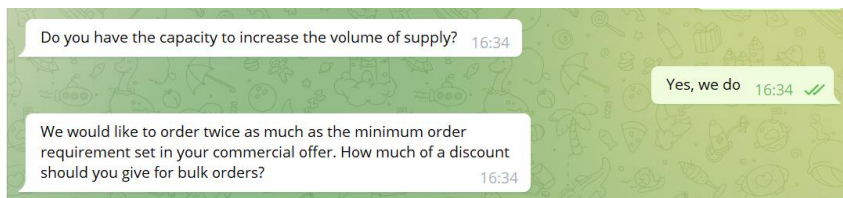


Рис. 2. Положительный ответ

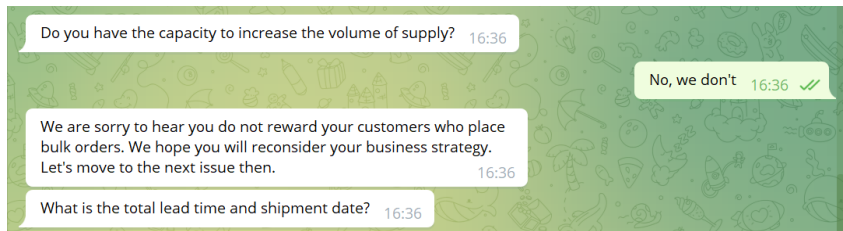


Рис. 3. Отрицательный ответ

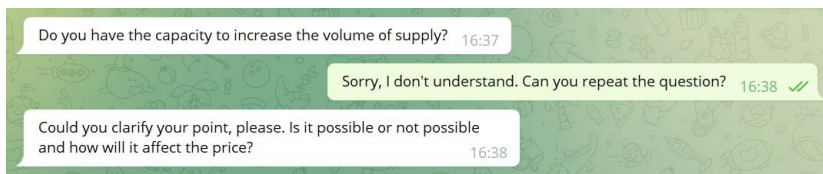


Рис. 4. Ответ с отложенным решением

На основании проведенного тестирования можно с уверенностью сказать, что разработанная система работает так, как предполагает техническое задание. Данный факт можно считать показателем успешного завершения разработки SMART-системы.

Вывод

По итогу проведенной работы было разработано программное средство по техническому заданию от ГУАП, по развитию компетенции «Экспортная деятельность» у студентов ВУЗа. Проведен анализ предметной области, выделены ключевые направления разработки. На основе сравнительного анализа платформ реализации был выбран мессенджер Telegram, обладающий значительными преимуществами для разработки чат-ботов. Серверная часть реализована на языке Python с использованием библиотеки aiogram. На основе разработанных архитектурной модели и сценария диалога была разработана обучающая SMART-система.

Библиографический список

1. О FutureSkills | WorldSkills Russia. URL: <https://worldskills.ru/nashi-proektyi/chempionaty-i-dlya-molodyix-speczialistov/wsht/futureskills/o-fs.html> (дата обращения: 04.05.2022).
2. Ураев Д. А. Классификация и методы создания чат-бот приложений. 2019. С. 30–33.
3. Что такое диалоговые системы, или кое-что об Элизе // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/company/mipt/blog/330228/> (дата обращения: 24.03.2022).
4. Подробное Сравнение Мессенджеров // MessengerComparison. URL: <https://jayxt.github.io/MessengerComparison/ru/> (дата обращения: 04.05.2022).

А. А. Шихотов, В. П. Тихонов

студенты кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

Н. Н. Григорьева – старший преподаватель – научный руководитель

ВЛИЯНИЕ ВАРИАТИВНОСТИ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ НА ПРОЦЕСС РЕАЛИЗАЦИИ ВЕБ-РЕСУРСОВ

Существуют различные средства, которые позволяют создать веб-ресурс. Наиболее удобными являются системы управления контентом (CMS), представляющие широкий набор инструментов для создания веб-ресурса без прямого вмешательства в программный код. Однако практика говорит о том, что использовать стандартные готовые инструменты CMS следует с осторожностью.

Рассмотрим наиболее популярную CMS с открытым исходным кодом – WordPress [1]. Данная CMS имеет множество разнообразных средств для создания сайта – темы, плагины, шаблоны и многое другое [2]. Однако, когда идет процесс создания веб-ресурса, выбираются наиболее подходящие фоны и плагины, поиск бывает длительным и многоступенчатым. В итоге, могут возникнуть такие ситуации, при которых вариативность не гарантирует совместимость используемых средств.

Стандартная ситуация, когда конфликт возникает между темой и плагином. Например, кнопка, которая поднимает пользователя вверх на странице, вызывает критическую ошибку, которая продемонстрирована на рис. 1. По отдельности они работают, но вместе плагины конфликтуют друг с другом, и рушат работу всего сайта. Приходится искать аналоги, но аналоги зачастую чуть хуже изначально выбранного варианта. Таким образом, даже бесплатные средства могут конфликтовать друг с другом.

Однако гарантируют ли платные решения совместимость и стабильность работы? Как быть, если платные плагины начнут конфликтовать друг с другом, хотя вместе они могут дать идеальное представление сайте? Есть несколько возможных решений: поиск аналогов, попытка обратиться к создателю плагина и исправить его, либо нанять команду программистов и создать собственный плагин. В первом случае, как упоминалось ранее, может быть множество попыток перед тем, как будут найдены подходящие средства, и итоговый продукт может иметь совсем другой интерфейс или же другие проблемы.

```
Fatal error: Uncaught Error: Call to undefined function each() in
D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-content\plugins\dynamic-to-top\inc\cssmin-
v3.0.1.php:2222 Stack trace: #0 D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-content\plugins\dynamic-
to-top\inc\cssmin-v3.0.1.php(2315): CssMin::initialise() #1 D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-
content\plugins\dynamic-to-top\dynamic-to-top.php(62): require_once('D:\XAMPP\htdocs\...') #2
D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-includes\class-wp-hook.php(292):
mv_dynamic_to_top_plugins_loaded("") #3 D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-includes\class-
wp-hook.php(316): WP_Hook->apply_filters(NULL, Array) #4
D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-includes\plugin.php(484): WP_Hook->do_action(Array) #5
D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-settings.php(423): do_action('plugins_loaded') #6
D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-config.php(90): require_once('D:\XAMPP\htdocs\...') #7
D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-load.php(37): require_once('D:\XAMPP\htdocs\...') #8
D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-blog-header.php(13): require_once('D:\XAMPP\htdocs\...')
#9 D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\index.php(17): require('D:\XAMPP\htdocs\...') #10 [main]
thrown in D:\XAMPP\htdocs\powroundgames\wp-content\plugins\dynamic-to-
top\inc\cssmin-v3.0.1.php on line 2222
```

На сайте возникла критическая ошибка.

[Узнайте больше про решение проблем с WordPress.](#)

Рис. 1. Критическая ошибка

Второй случай практически невозможен, так как разработчик, скорее всего, не согласится внести какие-либо изменения, или же необходимый плагин может вовсе больше не поддерживаться. Тре-

тий случай не рассматриваем, поскольку сам смысл идеи CMS заключается в том, что разработчик сайта не пользуется услугами программистов.

В табл. 1 представлены примеры взаимодействия популярных тем и плагинов. Видно, что некоторые плагины работают почти со всеми темами, а некоторые – лишь с самыми простыми и незамысловатыми темами, которые могут не поддерживать другие плагины.

Таблица 1

Взаимодействие тем и плагинов

Плагины Темы	Theme My Login	Quiz And Survey Master	Forminator	Cyr-To- Lat	WPFront Scroll Top	Dynamic To Top Plugin	Duplicator
Heroic	+	+	+	+	–	–	+
Chaplin	+	–	+	+	+	–	+
Twenty Four- teen	+	+	+	+	+	+	+
Zakra	+	–	+	+	+	–	+

Возвращаясь к причинам происхождения конфликтов, стоит выделить случай, когда конфликт возникает при взаимодействии нескольких программных средств, вследствие чего становится невозможно редактирование изображений. Есть множество средств для запуска локального сервера, на котором может работать веб-ресурс, одним из таких является XAMPP. В данном случае XAMPP может не давать редактировать изображения WordPress из-за выключенного по какой-то причине расширения GD. Включить данное расширение возможно только через прямое вмешательство пользователя в код файла настроек сервера, как показано на рис. 2. Обычный пользователь, который не имеет опыта в программировании, с трудом способен определить, что препятствует его работе, а если найдет на стороннем веб-ресурсе решение ошибки, не факт, что справится с исправлением.

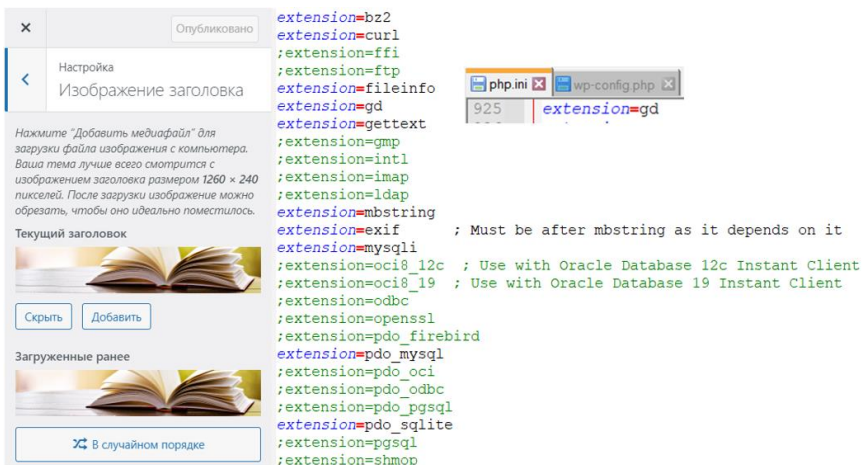


Рис. 2. Расширение GD

Также возможен случай, когда в XAMPP по какой-то причине возникает поломка базы данных: WordPress при запуске выдает сообщение об отсутствии базы данных. После повторной попытки входа

возникают новые сообщения об ошибках пользователя, а с перезапуском сервера XAMPP сообщает об ошибках работы MySQL. Решение данной проблемы заключается в переустановке XAMPP и переносе всех данных о сайте.

Допустим, что указанные проблемы решены и веб-ресурс готов для того, чтобы существовать на просторах Интернета и выполнять поставленную задачу. Существует множество хостингов, готовых разместить проект в сети Интернет как бесплатно, так и с помесечной оплатой. Пример проблемы взаимодействия WordPress с хостингами может наблюдаться при присоединении к базе данных на хостинге. Возникает ошибка, при которой база данных недоступна для WordPress, что делает недоступным и сам веб-ресурс.

Как уже было сказано выше, WordPress является CMS с открытым исходным кодом. Особенность таких CMS заключается в том, что каждый желающий может внести любые изменения в код CMS, тем самым сделав его более эффективным и удобным для создания собственного продукта. Однако, у открытого исходного кода есть важнейший недостаток – полный доступ к коду для недостаточно компетентного пользователя может привести к полной и безвозвратной поломке продукта и данных. Среди отечественных имеются CMS с открытым исходным кодом 1С Битрикс и DataLife Engine [3].

Взамен OpenSource, можно использовать CMS с закрытым исходным кодом. Данные CMS не позволяют настраивать сами инструменты, но позволяют кастомизировать плагины, темы, и т.д. Такие CMS теряют в гибкости в угоду уменьшения проблем как с поломкой продукта, так и с плагинами. Примерами CMS с закрытым исходным кодом являются NetCat [4], UmiCMS, HosiCMS.

Наконец, существуют так называемые конструкторы. Они не имеют никакой гибкости в редактировании сайта, и сам продукт создается из отдельных частей и блоков, заранее созданных разработчиком CMS. Такие инструменты не имеют возможности создания полностью уникального продукта, но такими ресурсами могут пользоваться все с любым уровнем знания компьютера. Кроме этого, конструкторы часто предлагают собственные хостинги, так как код унифицирован, что позволяет сразу внедрить продукт в непосредственную работу. Данный подвид CMS в России представляют uCoz [5], CMS.S3, CMS NetHouse.

Ранее были упомянуты существующие отечественные разработки, однако главная проблема состоит в том, что все наиболее популярные и проверенные временем отечественные разработки – платные. У большинства существуют пробные периоды в 30 или 60 дней, но такого количества дней может попросту не хватить для освоения инструментария.

Наиболее крупные CMS (1С Битрикс, DataLife Engine, NetCat) являются, кроме всего прочего, еще и просто огромными, что приводит к высокой цене на данный продукт. Такие разработки могут позволить только крупные компании с уже построенным бизнесом. Стартапам такие разработки могут просто не подойти.

Если стартапы будут брать простейшие CMS-конструкторы, то их сайт не будет отличаться от конкурентов, что приводит к тому, что CMS-конструкторы являются малозффективным решением. WordPress, являясь серьезной большой разработкой с полностью настраиваемым инструментарием, является как бесплатным, так и позволяющим взять либо платные решения в виде тем или плагинов, или взять бесплатные, и создать из них все еще уникальный продукт. К сожалению, CMS, похожих на WordPress, сегодня в России нет. Однако можно с уверенностью сказать, что аналог может появиться.

Остается последний вопрос – что делать студентам в сложившейся ситуации? Современный мир развивается стремительно, как и IT-технологии. Методические пособия, которые выпущены сегодня, могут потерять актуальность уже завтра. Потому студенты должны быть готовы к любым изменениям и поиску пути решений возникающих проблем. В первую очередь необходимо тщательно знакомиться с технической документацией средств, с которыми ведется работа. Если же ответ не найден, то стоит обращаться к форумам, тематическим сайтам. Как правило, на большую часть проблем можно найти ответы.

Также стоит понимать, что работающий продукт лучше, чем прототип на бумаге. Потому, если проблема остается долгое время актуальной, необходимо прибегнуть к альтернативным путям решений, если такие имеются.

Таким образом, вариативность средств разработки непосредственно влияет на процесс реализации веб-ресурсов. Это связано с тем, что постоянно приходится учитывать многочисленные факто-

ры, которые могут привести к множеству проблем. Но, с другой стороны, вариативность дает возможность создать тот самый уникальный продукт, который может стать идеальным решением поставленной задачи. Выбирая менее вариативные средства, можно лишиться тех или иных инструментов разработки, но существенно упростить процесс реализации проекта. Именно поэтому необходимо подходить к вариативности разработки с осознанностью, и точно понимать, необходима ли она в каждом конкретном случае, или нет.

Библиографический список

1. Аграновский А. В., Григорьева Н. Н., Турнецкая Е. Л. Система управления контентом WordPress: метод. указ. по выполнению практ. заданий. СПб.: ГУАП, 2016. 73 с.
2. Уильямс Б., Дэмстра Д., Стэрн Х. WordPress для профессионалов. Разработка и дизайн сайтов. СПб.: Питер, 2014. 464 с.
3. Обзор российских CMS. URL: <https://texterra.ru/blog/obzor-rossiyskikh-cms-ikh-tochno-ne-zablokiruyut.html> (дата обращения: 10.05.2022).
4. Документация NetCat. URL: <https://netcat.ru/developers/docs/#all> (дата обращения: 10.05.2022).
5. Официальный сайт UCOZ. URL: <https://www.ucoz.ru/> (дата обращения: 10.05.2022).

Компьютерные технологии и программная инженерия

УДК 004

Ю. Бабюк

студент кафедры компьютерных технологий и программной инженерии

А. А. Ключарев – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ОБОСНОВАНИЕ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ НА ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЕ

Введение

Бумажный документооборот тормозит все бизнес-процессы организаций, и у сотрудников уходит много времени на коммуникации вживую. В текущих реалиях полностью отказаться от бумажного документооборота практически нереально, но можно максимально заменить его использование, перейдя на электронный документооборот. В последние годы, как можно заметить, сделано многое для того, чтобы уйти от большого количества бумажных документов. Например, появилась АИС «Государственные услуги». Благодаря указанным мерам снизилась нагрузка на офисы, а за счет уменьшения очных обращений, существенно возросла скорость обработки данных.

ГУАП, как и любой другой вуз в России, не освобожден от «бумажной бюрократии». Работа университета подчиняется большому количеству нормативных документов. Каждый день выходят различные приказы, а работа всех отделов регламентирована. Для облегчения работы во многих вузах сегодня в распоряжении есть автоматизированные информационные системы, без которых была бы невозможна эффективная и оперативная работа большинства отделов. Но, к сожалению, отсутствуют какие-либо системы, которые могли бы облегчить текущую работу кафедры, которая так же подчиняется целой связке документов. Обобщенная схема места кафедры в структуре университета изображена на рис. 1.

Цель данной работы – построение концептуальной модели автоматизированной системы управления документооборотом кафедры.

Задачи:

- анализ проблем работы кафедры;
- выделение ключевых процессов;
- оптимизация работы кафедры.

Обзор существующего решения

Сегодня хранение файлов на кафедре организовано на сервере (рис. 2). Хранение документов таким образом, не в полной мере удовлетворяет потребностям кафедры. Многие файлы дублируют друг друга, занимают лишнее дисковое пространство, из-за этого увеличивается время на поиск актуального документа.

Поскольку сервер общий для всей кафедры, то появляется сложность администрирования доступа к файлу, а это нужно для того, чтобы никто случайно не удалил/изменил какой-либо файл. Кроме этого, отсутствует возможность обеспечения эффективной параллельной работы многих пользователей с одними и теми же файлами.

Большое количество информации, требует организации ее хранения и применения. Организовать документы нужно так, чтобы их легко было найти, распознать и отнести к группам. На документах должны быть верные идентификационные номера или другие понятные и признанные маркеры, в данном случае названия документов. Кроме этого, должна быть понятная структура и расположение файла (адрес), принадлежность к другим документам группы. То есть файл легко найти и понять, к какой группе документов он относится. Должна соблюдаться надежность хранения, управление доступом, защита, и стабильная среда хранения информации.

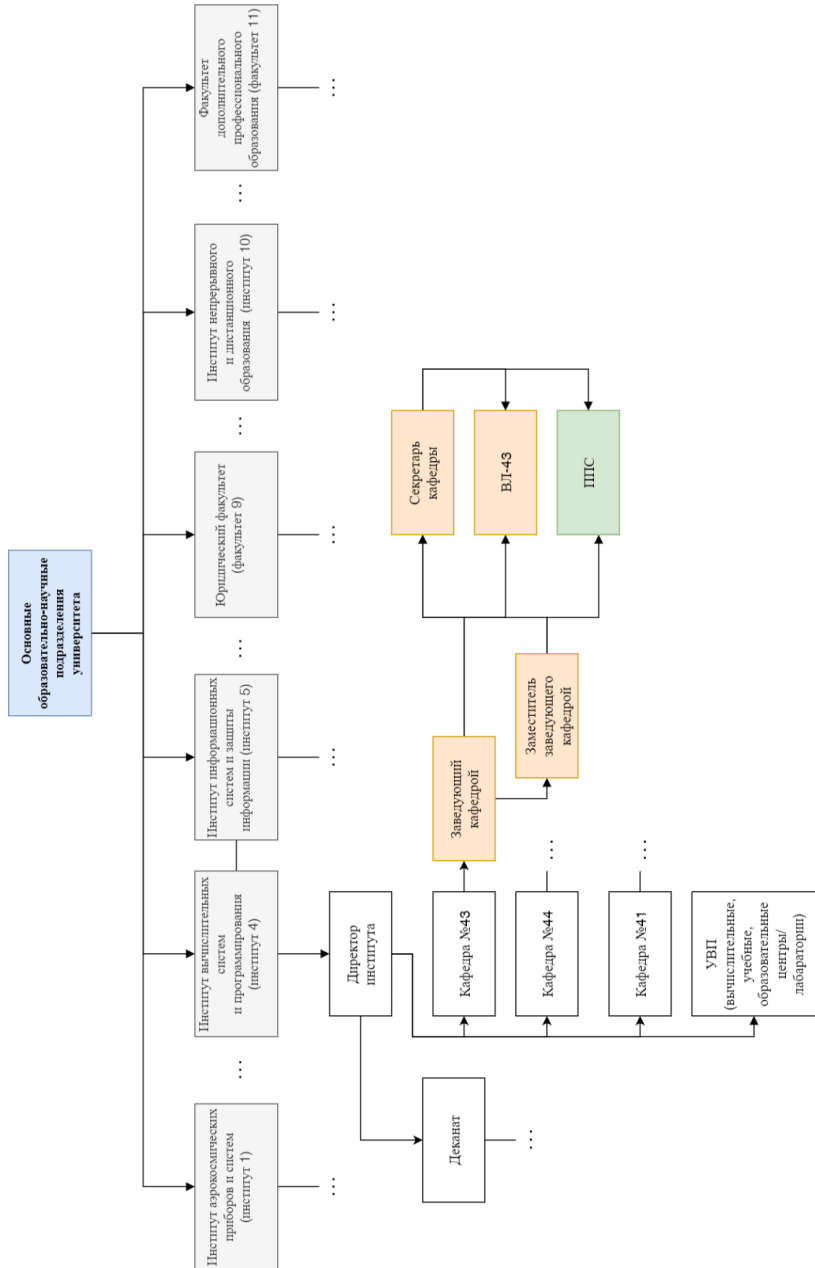


Рис. 1. Обобщенная схема места кафедры в структуре университета

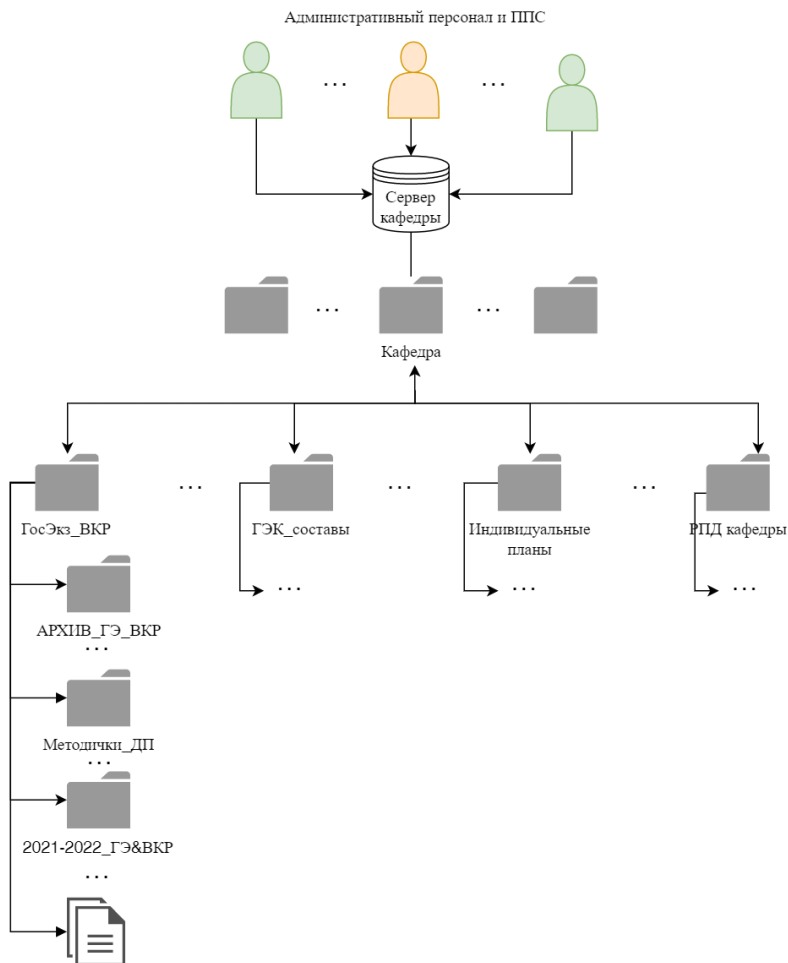


Рис. 2. Существующая система хранения и доступа к файлам на сервере кафедры № 43

Обмен информацией на кафедре производится средствами электронной почты (рис. 3). Такой способ имеет ряд недостатков:

- ограничения на размер одного сообщения и на общий размер сообщений в почтовом ящике;
- при большом количестве писем на почте, важное может затеряться;
- высокая вероятность попадания письма в спам;
- ошибки при отправке писем, письмо может просто не дойти до адресата.

Можно сделать вывод, что такая система обмена информацией не подходит для кафедры.

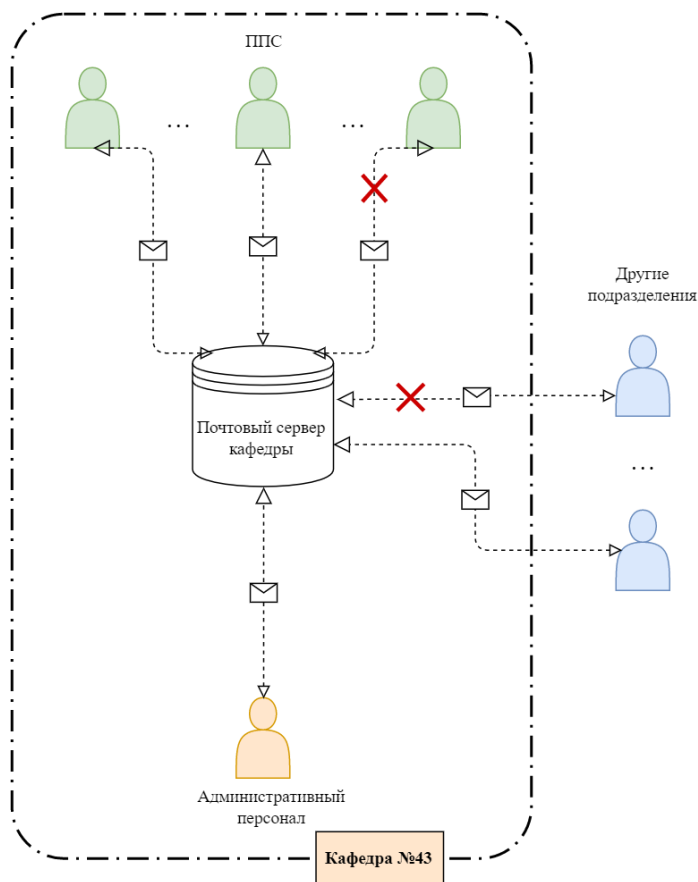


Рис. 3. Существующая система обмена информации

Обзор аналогов

Основная задача – автоматизации деятельности кафедры:

- сокращение времени на поиск и оформление документации кафедры;
- повышение степени актуальности документации;
- улучшение взаимодействия внутри кафедры.

Такая система позволит систематизировать огромное количество документов, за счет этого время на поиск того или иного документа будет снижено, а также проще будет назначать и отслеживать ответственного за документ.

Сегодня такая автоматизированная система является неотъемлемой частью деятельности образовательного учреждения, поддерживая управление различными процессами и предоставляя единый доступ ко всем данным.

Перед созданием подобной системы, встает вопрос целесообразности разработки, на сегодняшний момент уже существуют готовые продукты, направленные на устранение озвученных проблем. Был проведен анализ существующих аналогов (табл. 1).

Обзор существующих аналогов

1С:Университет	Комплекс программ лаборатории ММИС
Преимущества ✓ большое количество функций	Преимущества ✓ техническая поддержка ✓ большое количество функций для кафедры ✓ web-версия
Недостатки × не может быть применена к отдельной кафедре × высокая стоимость × требуется обучение сотрудников для работы с программой × web-версия не стабильна × плохая техническая поддержка	Недостатки × не заложены возможности учета и анализа по научно-исследовательским и инновационным направлениям кафедр × нет возможности контролировать и хранить учебные документы кафедры × стоимость × требуется обучение сотрудников для работы с программой × нет комплекса программ

В г. Шахты с помощью Мальцева И. М., руководителя ММИС лаборатории, был разработан целый комплекс программных продуктов, предназначенный для автоматизации управления учебным процессом в высших и средних специальных учебных заведениях. Его внедрение позволяет комплексно подойти к решению задач, стоящих перед современным образовательным учреждением.

1С:Университет – комплексное решение для автоматизации управления вузом, включающее контуры: приемная, учебный процесс, расписание, контингент, трудоустройство, оплата обучения, научно-исследовательская часть, аспирантура, диссертационные советы, довузовское и дополнительное образование, университетский кампус.

Рассмотренные программные решения являются проприетарными, адаптированные под обобщенную структурную схему университетов, в то время как, потребности кафедры как базовой единицы в системе университета, не удовлетворяются подобными готовыми решениями.

Предлагаемая модель разработки ИС

Перед непосредственной разработкой предлагаемой ИС, необходимо сформулировать основные требования к ее функционалу. Это позволит адекватно проектировать архитектуру предлагаемого решения, с целью ее дальнейшей адаптации под конкретное структурное подразделение (кафедру) и позволить в будущем при необходимости масштабировать разрабатываемую систему.

Предлагаемая модель разработки ИС должна обладать следующим функционалом:

- общее рабочее пространство всех сотрудников кафедры с разграничением прав доступа;
- доступ к системе в любом месте и в любое время, главное иметь устройство с выходом в интернет;
- просмотр файлов при помощи любого устройства, имеющего доступ в интернет;
- сокращение времени на поиск документа;
- снижение вероятности потери важной информации;
- с появлением персонального профиля, появится возможность организовать доступ к актуальной информации о сотрудниках;
- будет проще отслеживать актуальную информацию о сотрудниках;
- возможность организовать контроль за поручениями, адресованными сотрудникам кафедры (отслеживание результатов и времени выполнения);
- организация научно-исследовательского взаимодействия между сотрудниками и студентами, с целью эффективного использования научного потенциала кафедры.

Для реализации сформулированных выше требований к функционалу разрабатываемых системы предлагается использовать концептуальную схему, приведенную на рис. 4.

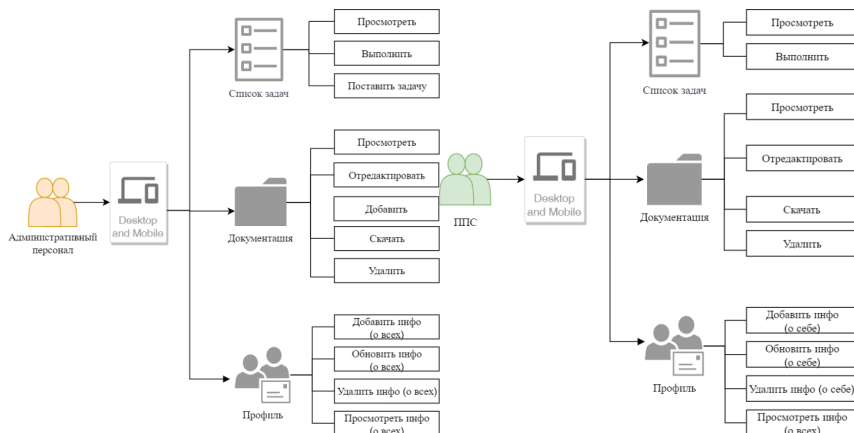


Рис. 4. Схема предполагаемого функционала ИС кафедры

На рис. 4 представлен сотрудник кафедры, который с помощью гаджета будет иметь доступ к разрабатываемой ИС и использовать функционал, описанный выше.

Заключение

На данный момент существующие решения не удовлетворяют потребностям функционирования кафедры. Разработка проектируемой системы позволит:

- обеспечить целостность и качество хранимых документов;
- сократить время на поиск и оформление документации кафедры;
- повысит степень актуальности документации;
- улучшит взаимодействие внутри кафедры.

Предлагаемая модель удовлетворяет всем потребностям кафедры.

Библиографический список

1. Структура и органы управления ГУАП. URL: <https://guap.ru/sveden/struct> (дата обращения: 12.05.2022).
2. Документы ГУАП. URL: <https://guap.ru/sveden/document> (дата обращения: 12.05.2022).
3. 1С:Университет. URL: <https://sb-vnedr.ru/programm/1c-obrazovat/1c-universitet-profl/> (дата обращения: 12.05.2022).
4. Лаборатория ММИС. URL: <https://www.mmis.ru/> (дата обращения: 12.05.2022).
5. СберКорус. Требования и правила хранения электронных документов. URL: <https://www.esphere.ru/blog/khranenie-elektronnykh-dokumentov> (дата обращения: 12.05.2022).

В. В. Герасимович

магистрант кафедры компьютерных технологий и программной инженерии

А. В. Гордеев – доктор технических наук, профессор – научный руководитель**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ****Введение в проблему**

С момента своего появления IP-сети строились по оверлейному принципу [1], т. е. были наложенными на существующую сеть, что приводило к дублированию функций управления и пересылки пакетов. В конце прошлого столетия, благодаря разработке методов IP-коммутиации и стандартизации технологии мультипротокольной коммутиации меток [2], удалось создать единый унифицированный уровень, в котором четко формализованы две группы задач: управления (в которую входят маршрутизация, сигнализация и др.) и пересылки данных. Механизмы трафика инжиниринга [3], стандартизированные как расширения технологии MPLS, обеспечили возможность оптимизации применения сетевых ресурсов для предоставления традиционных и создания новых услуг. Благодаря этому MPLS-TE на сегодняшний день является базовой платформой для построения сетей NGN и предоставления новых услуг.

По мере внедрения технологий с пакетной коммутиацией, очевидными стали проблемы качества обслуживания пользовательского трафика. Одним из самых перспективных путей разрешения данной задачи считается разработка новых способов многопутевой маршрутизации, а также распределения информационных потоков, гарантирующих оптимальное использование сетевых ресурсов. Существующие методы и протоколы преимущественно реализуют однопутевую стратегию маршрутизации и весь трафик передается по выбранному кратчайшему пути. Многопутевые стратегии маршрутизации, реализованные в таких протоколах как OSPF [4], EIGRP [5], позволяют распределять трафик по нескольким путям на основании статических коэффициентов без учета текущей загрузки сети и лишь в пределах ограниченной области сети. Для решения задачи распределения потоков трафика было предложено много методов. Особенность этих методов состоит в том, что в их основе принято предположение о стационарности состояния трафика, а перераспределение трафика вызвано лишь изменением характеристик информационных потоков, что является определенной идеализацией состояния. Реальный же трафик является сугубо нестационарным и, как следствие, ограничивает эффективность процедур и вызывает снижение качества обслуживания, а иногда приводит к сбоям основных режимов. Кроме того, возможны ряд ситуаций, когда состояние сети переходит в критический режим или режим рестарта, например, при восстановлении сети после выхода из строя отдельного участка или узла. Таким образом, возникает актуальная, важная научная и практическая задача поиска более надежных технологий управления распределением нагрузки, обеспечение качества по уровню предоставляемых услуг. В данной работе решается задача по распределению информационных потоков в сетях MPLS-TE с учетом всевозможных режимов функционирования.

Альтернативные подходы к решению задач многопутевой маршрутизации предлагаются в рамках потоковых моделей. Для таких моделей обычно реализуется принцип централизованного управления, когда величина трафика для каждого пути рассчитывается на управляющем узле, а затем передается в сеть. В работе [6] рассматривается решение задачи распределения трафика с помощью динамического и линейного программирования. Предлагаемые математические модели позволяют добиться минимизации или максимизации какого-либо параметра качества обслуживания и предоставляют возможность распределения информационных потоков по множеству путей. Однако предложенные методики решают лишь часть задачи, принимая тот факт, что возможные пути предварительно рассчитаны и существует лишь задача распределения ресурсов.

Следовательно, невзирая на множество предложенных математических способов, для решения задач многопутевой маршрутизации не имеется целостной методики, предоставляющей возможность оптимального распределения информационных потоков, учитывая различные ограничения. Поэтому решаемая в работе научная задача, в которой предлагается методика по оптимальному распределе-

нию трафика по множеству независимых путей для сетей MPLS-TE, которая направлена на усовершенствование современной технологии маршрутизации. Предлагаемая методика ориентирована на использование в реальных сетях, где происходят незначительные изменения стационарности трафика.

В случае нестационарного трафика, когда существует вероятность перегрузки или выхода из строя некоторых участков сети, оптимальные способы распределения нагрузки считаются неэффективными ввиду большой вычислительной сложности и значительной избыточности. В работе предлагается подоптимальная эвристическая рекурсивная операция по распределению нагрузки для сетей, находящихся в критическом режиме. Данная процедура позволяет задействовать все доступные сетевые ресурсы с целью обслуживания трафика в обстановке временных ограничений и обеспечить условия для качественного обслуживания.

Цель исследования – оценка актуальности использования протоколов динамической маршрутизации в сетях передачи данных и увеличение эффективности применения сетевых ресурсов в сетях MPLS-TE посредством усовершенствования методов динамической многопутевой маршрутизации и распределения ресурсов.

Задача маршрутизации

Задача маршрутизации в общем случае заключается в нахождении оптимального по некоторым критериям пути или множества путей для обслуживания трафика пользователей. На рис. 1 приведен пример распределенной сети со смешанной топологией. Очевидно, что для достижения удаленной сети X, каждый маршрутизатор, в зависимости от протокола маршрутизации, может выбрать тот или иной путь на основании различных критериев. Эти критерии известны как маршрутные метрики. Они показывают, насколько один путь лучше или хуже другого.

Традиционные схемы (или алгоритмы) динамической маршрутизации производят поиск единственного кратчайшего пути на основании информации, полученной в результате обмена с соседними устройствами. Наиболее популярные математические алгоритмы, используемые для нахождения кратчайшего пути, Беллмана-Форда и Дейкстры, называемого в западной литературе SPF (Shortest Path First) алгоритмом. Практическая реализация этих математических алгоритмов получила развитие в протоколах RIP и OSPF соответственно. В дальнейшем в протоколах RIP и OSPF была реализована идея нахождения множества кратчайших путей с одинаковой стоимостью. Несмотря на то, что вышеприведенные протоколы находят единственный или множество кратчайших по стоимости путей, отсутствие учета ограничений и доступных сетевых ресурсов не позволяют использовать эти протоколы в классическом виде для маршрутизации в современных инфокоммуникационных сетях.

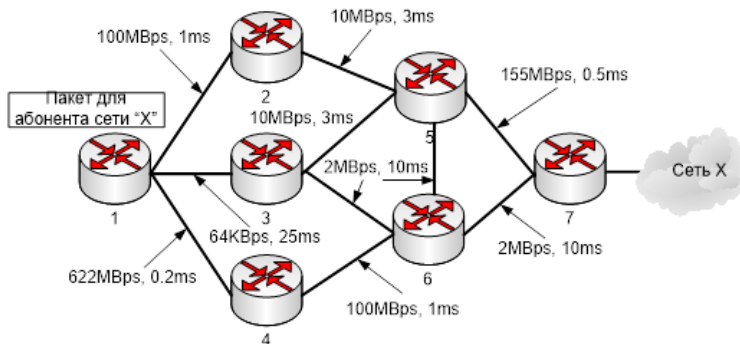


Рис. 1. Задача маршрутизации в сетях с пакетной коммутацией

Маршрутизация по кратчайшему пути может привести к несбалансированному распределению трафика – каналы, через которые проходит кратчайший путь, становятся перегруженными, в то время как другие участки сети простаивают.

Многопутевая маршрутизация (рис. 2) была предложена как альтернатива маршрутизации по единственному кратчайшему пути для распределения нагрузки и уменьшения вероятности возникновения перегрузки в сети.

В общем случае для реализации многопутевой схемы маршрутизации с поддержкой QoS необходимо решить три задачи:

1. Получить информацию о характеристиках трафика для определения требований к обслуживанию.
2. Отобрать один или несколько путей, по которым будет передаваться данный трафик.
3. Поддерживать информацию об используемых ресурсах на данном пути.

Решению первой задачи посвящена такая область технических наук, как теория телетрафика. Обоснование выбора характеристик трафика в работе делается на основании результатов, полученных в рамках этой теории. Для решения задач в работе принимается то, что характеристики трафика, поступающего на обслуживание, могут быть описаны известным законом распределения. Например, агрегированный мультимедийный трафик с некоторой точностью может аппроксимироваться равномерным распределением, учитывая тот факт, что интервалы времени между поступлениями заявок одинаковы. Для аппроксимации трафика данных может использоваться экспоненциальное распределение.

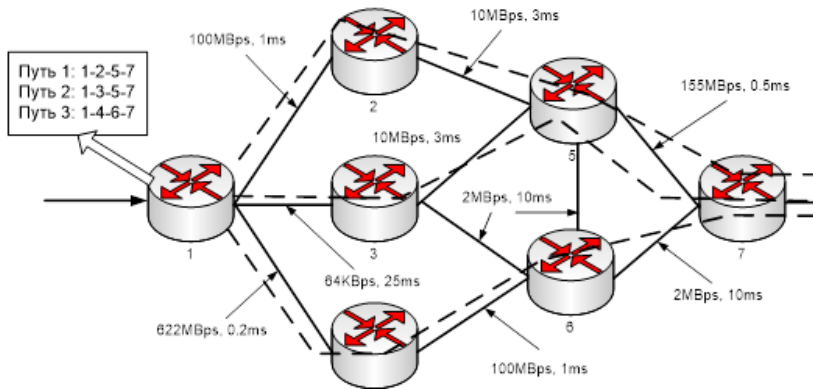


Рис. 2. Реализация многопутевой маршрутизации

Очевидно, что «качество» выбранных путей определяет полезную производительность многопутевой схемы маршрутизации. Существует несколько причин, по которым желательно уменьшить количество путей, используемых для маршрутизации. Прежде всего, это связано с большой избыточностью установления, поддержания и удаления пути. Во-вторых, сложность схемы распределения трафика по множественным путям возрастает пропорционально увеличению числа для распределения трафика каналов. В-третьих, может существовать явное ограничение на количество путей между двумя узлами как, например, в технологии MPLS. Поэтому необходимо использовать определенные процедуры, гарантирующие нахождение оптимального числа путей.

Для адекватного выбора путей необходимы сведения о состоянии сети. Это сведения о доступности ресурсов, называемые QoS-состоянием, в узлах сети, которые могут быть получены, например, путем периодического обмена информацией между маршрутизаторами в сети. Поскольку доступность сетевых ресурсов меняется по мере поступления и обслуживания потоков, для поддержки точных сведений о доступности сетевых ресурсов требуется интенсивный обмен информацией между узлами и высокие процессорные издержки на обработку служебных данных. Поэтому важно предусмотреть схему маршрутизации, которая бы стабильно работала, даже если обновления не периодичны или в случае их потерь.

Постановка задачи

Было предложено несколько многопутевых схем маршрутизации для балансировки нагрузки в сети. ECMP (Equal Cost Multipath) [7] и OMP (Optimized Multipath) [5] принимают решение о пересылке пакетов на сетевом уровне. Первый подход реализован в протоколе OSPF. ECMP разделяет трафик эквивалентно по множеству путей с равной стоимостью. По определению, стоимость пути в протоколе OSPF является функцией пропускной способности:

$$\text{cost} = \frac{10^8}{Bw}, \tag{1}$$

где Bw – пропускная способность канала. Иными словами, в данной реализации распределение трафика происходит по путям с одинаковой пропускной способностью. Однако эти пути определены статически и не отражают текущее состояние сети. Более того, желательно разделять трафик в соответствии с текущей загрузкой каждого канала. Помимо этого, «по-пакетный» подход (рис. 3, а) распределения ресурсов, требует значительных процессорных затрат. В случае высокоскоростных магистральных сетей более предпочтительным является потоковый (flow-based) подход (рис. 3, б).

Процедуры, реализованные в алгоритме ECMP, обладают существенным ограничением – нагрузка распределяется только по путям с одинаковой стоимостью без учета динамики изменения нагрузки, хотя на практике содержание двух каналов с одинаково пропускной способностью требует высоких затрат. Обычно организации подключают основной высокоскоростной канал и один или несколько резервных низкоскоростных каналов. В этом случае резервный канал будет простаивать до тех пор, пока не откажет основной, что экономически нецелесообразно.

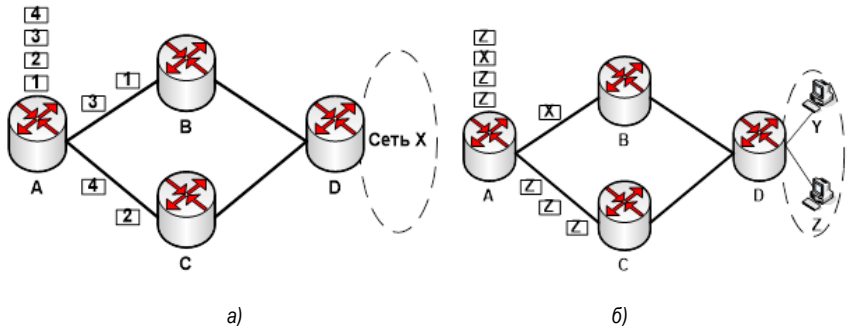


Рис. 3. Распределение нагрузки: а – по пакетам; б – по потоку

Схемы многопутевой маршрутизации с распределением ресурсов по путям с неодинаковой стоимостью позволяют решить эту проблему. Самый простой и очевидный способ – пропорциональное распределение ресурсов в соответствии с метрикой. Наиболее известные протоколы, реализующие такую схему – IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) и EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol). Оба протокола являются закрытыми фирменными алгоритмами компании Cisco. Для определения качества пути используется композитная метрика на основании пяти составляющих: пропускная способность (Bw), задержка dl , надежность R , нагрузка L и максимальный размер данных, который можно переслать по данному пути (MTU):

$$\text{metric} = \left[k1 \cdot Bw + \frac{k2 \cdot Bw}{256 - L} + k3 \cdot dl \right] \cdot \left[\frac{k5}{R + k4} \right]. \tag{2}$$

Использование композитной метрики позволяет учесть особенности путей, вызванные используемой транспортной технологией. Распределение нагрузки производится обратно

пропорционально значению метрики, т. е. по пути с меньшим значением метрики передается больший объем трафика. В этих протоколах используется поадресный подход, что требует значительных вычислительных ресурсов. Кроме того, фирменный статус протоколов IGRP/EIGRP не позволяет использовать их в оборудовании сторонних производителей. При этом механизмы распределения нагрузки по путям с разной стоимостью не определены в открытых протоколах, таких как OSPF, RIP, IS-IS. Поэтому актуальной является разработка методики многопутевой маршрутизации для распределения нагрузки по путям с неодинаковой стоимостью, которую можно реализовать как в рамках существующих промышленных протоколов маршрутизации, так и в виде нового независимого протокола маршрутизации.

Предлагаемое решение проблемы

Вопросами маршрутизации и распределения нагрузки в различных технологиях, а также реализации протокольных решений занимаются многие международные организации. При этом особое внимание уделяется механизмам обеспечения качества обслуживания, которые зависят от соответствующих методов маршрутизации и распределения трафика пользователей.

В общем случае математические алгоритмы, лежащие в основе современных протоколов маршрутизации, находят кратчайший маршрут по минимуму метрики. Однако при выборе этого кратчайшего пути не учитываются ограничения, которые могут быть наложены с одной стороны требованиями к обслуживанию трафика (например, максимальным значением задержки или SLA), с другой стороны, администраторами сети (например, ограничения системной политики). Кроме того, протоколы маршрутизации, реализованные на базе алгоритмов Беллмана-Форда и Дейкстры, не могут быть использованы для решения задачи трафик инжиниринга.

Математические модели и алгоритмы многопутевой маршрутизации являются достаточно новым направлением развития технологий маршрутизации. Во многих протоколах, таких как OSPF, IS-IS, EIGRP, RIP, BGP реализованы специальные расширения, позволяющие распределять информационные потоки по множеству доступных путей. Однако, в этих протоколах оптимальность распределения трафика во многом зависит от корректной настройки оборудования обслуживающим персоналом. Кроме того, заложенные алгоритмы многопутевой маршрутизации используют статическую конфигурацию и не позволяют динамически адаптироваться к изменению сетевой нагрузки.

В современных сетях такие алгоритмы должны использоваться лишь для нахождения доступных кратчайших путей и являться одним из элементов более сложной системы маршрутизации, а окончательный выбор пути или совокупности путей производится на основании комплексных данных, собранных с помощью протоколов маршрутизации, сигнализации и с учетом оценки предполагаемой загрузки. Таким образом, несмотря на большое количество предложенных математических методов, для решения задач многопутевой маршрутизации не имеется целостной методики, позволяющей оптимально распределить информационные потоки с учетом различных ограничений и режимов работы сети.

Решение данной задачи заключается в усовершенствовании существующих механизмов маршрутизации и распределения ресурсов, а также реализации соответствующих протокольных решений. В случае стационарного режима работы сети, возможно использование оптимальной процедуры многопутевой маршрутизации и распределения ресурсов, имеющую достаточно высокую вычислительную сложность. Это связано с тем, что периоды изменения трафика на магистральных участках сети колеблются от нескольких минут до часов [8]. Учитывая высокую производительность современных маршрутизаторов, решение задачи маршрутизации и распределения ресурсов, будет занимать несколько секунд, что намного меньше периода изменения трафика.

В противоположность этому, в критическом режиме более важным параметром является время сходимости и учет временных ограничений [9, 10], накладываемых различными технологиями. В этом случае целесообразным является использование процедуры с низкой вычислительной сложностью, которая обеспечивает быструю сходимость сети.

Заключение

В статье рассмотрена одна из основных проблем современных телекоммуникационных сетей – вопросы многопутевой маршрутизации и распределения трафика.

В дальнейшем предлагается усовершенствование способа перераспределения потоков в сети на основании эвристической рекурсивной операции для случая критического режима функционирования, путем введения процедуры оценки состояния загрузки сети и разработки способа определения оптимального количества независимых путей с целью распределения информационных потоков в случае установленной топологии и известной нагрузки, с помощью чего предполагается, что на базе экспериментального изыскания и анализа состояния сети NGN в критическом режиме будут получены вероятностно-временные характеристики, позволяющие задать технические запросы по решению задачи.

Библиографический список

1. Awduche D., MPLS and Traffic Engineering in IP Networks // IEEE Communications Magazine. 1999. Pp. 42–47.
2. Олвейн В. Структура и реализация современной технологии MPLS. Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 480 с.
3. Morrow M., Sayeed A., MPLS and Next-Generation Networks: Foundations for NGN and Enterprise Virtualization, CiscoPress, 2006. 422 p.
4. Awduche D., Requirements for traffic engineering over MPLS // RFC2702, 1999.
5. Moy J., OSPF Version 2, RFC-2328, Internet Engineering Task Force, April 1998.
6. Liu G., Ramakrishnan K.G., A Prune: an algorithm for finding k shortest paths subject to multiple constraints. In Proceedings of the INFOCOM 2001 Conference, pages 743.749, Anchorage, Alaska. April 2001. IEEE.
7. Villamizar C. MPLS Optimized Multipath (MPLS-OMP). Internet Draft. February 1999.
8. Vutukury S., Garcia-Luna-Aceves J. J. A Simple Approximation to Minimum Delay Routing // Proc. ACM SIGCOMM. Cambridge, 1999. Pp. 39–50.
9. Березко М. П., Вишневецкий В. М., Левнер Е. В. [и др.] Математические модели исследования алгоритмов маршрутизации в сетях передачи данных. Информационные процессы. Т. 1. 2001. № 2. С. 103–125.
10. Resilient packet ring (RPR) access method and physical layer specifications // Standard IEEE-802.17, 2004.

Ф. И. Змиевский

студент кафедры компьютерных технологий и программной инженерии

Ю. А. Скобцов – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

**СОЗДАНИЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ БАЗЫ ДАННЫХ С ЗАПИСЯМИ О ТОВАРАХ –
РАЗРАБОТКА «КЛАССИФИКАТОРА». ВНЕДРЕНИЕ ПРАВИЛ ДОБАВЛЕНИЯ
И ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПИСЕЙ В БАЗЕ ДАННЫХ**

Введение в проблему

Вокруг нас много фактов, много сведений, но пока они никак не собраны, не представляют никакой ценности. Данные собираются, структурируются и сохраняются в базу данных. Но пока эти собранные данные просто где-то лежат, они не представляют никакой ценности. Поэтому существуют различные системы управления базами данных «СУБД». Это то, что позволяет доставать данные, сохранять, изменять, удалять их и анализировать. Таким образом, данные, которые будут получены, превращаются в информацию, которую уже может считаться «ценной». У каждой организации имеется собственная база данных. Любая из баз данных будет уникальна, в первую очередь по своей структуре. В зависимости от того, чем занимается организация или компания, будет зависеть сама структура базы данных, правила ее ведения и в каком виде будут храниться записи в ней. Помимо всего вышеописанного, базы данных будут отличаться количеством хранимых записей и занимаемым ими объемом памяти.

Базы данных можно разделить на 3 условные группы:

1. Простые базы данных – к данной группе относятся базы данных, которые принадлежат организациям или компаниям с узконаправленной сферой деятельности. Такие базы данных за частую будут иметь простую структуру, которая не меняется с течением большого количества времени и хранящиеся в ней записи будут носить статичный характер. В данных базах данных не может храниться большое количество записей. Например, автосервис. Предположительно его структура базы данных будет состоять из следующих таблиц: автомобильные запчасти, инструменты, спец. одежда, расходные материалы.

2. Большие базы данных или «Big Data» – к данной группе относятся базы данных, которые принадлежат огромным организациям или компаниям. Главной отличительной чертой данных баз данных будут не их структура, а объемы данных, хранящиеся в них. В таких база данных объемы хранящейся информации исчисляется от петабайтов до йоттабайтов и для их ведения используются нейронные сети или искусственный интеллект.

3. Индивидуальные базы данных – к данной группе относятся базы данных, в которых структура является полностью уникальной, имеется многоуровневая структура и хранимая информация имеет детальное описание. Такие базы данных принадлежат огромным организациям или компаниям сфера деятельности, которых не ограничена одним лишь направлением. Примером таких компаний являются Siemens, TSMC, Qualcomm, Texas Instruments и другие. Структуру и информацию, хранящуюся из таких баз данных, смогут лишь понять специалисты высокого уровня (разработчики, инженеры и т. д.). Помимо организаций или компаний, разрабатывающих свою продукцию, к данной группе можно отнести организации, которые занимаются распространением данной продукции – ритейлеры. Так как эти организации стоят между производителем и потребителем, они связываются на прямую с производителями, в следствии чего хранящиеся данные в БД ритейлеров будут уникальны, и их структура частично будет схожа, как и у производителей.

Помимо вышеописанных 3 групп, существует отдельная группа баз данных. К данной группе относятся базы данных, принадлежащие предприятиям, организациям или компаниям, которым требуется для обеспечения их деятельности расходные материалы. В зависимости от масштабов и специфики их работы, могут потребоваться самые различные товары из разных сфер. Поэтому приобретая расходные материалы, ведется их учет, анализ, собирается различная статистика, строиться планирование и так далее.

Основная проблема заключается в том, что информация в данные БД берется и записывается из данных, которые хранятся и передаются из выше описанных трех групп БД, а как было описано ранее структуры и записи в этих базах данных будут уникальными и редко будут совпадать друг с другом, из-за это могут появляться записи дублирующие друг друга, с ошибками, синонимами, с недостающей информацией и так далее.

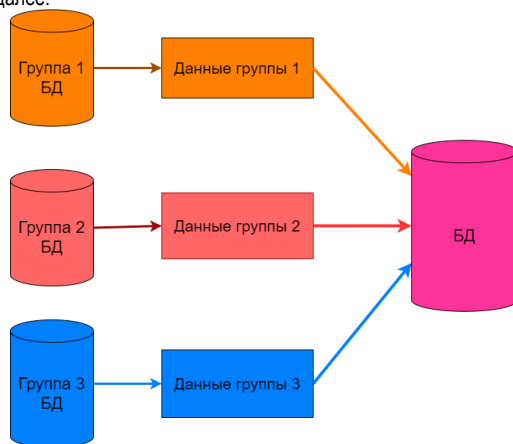


Рис. 1. Передача данных из 3 групп БД в 1

Данные проблемы влекут за собой не возможность учета, анализа, собирания какой-либо различной статистики. Помимо этого, базы данных начинают переполняться одинаковыми записями в следствие чего увеличивается объем занимаемой ими памяти, увеличиваются затраты на вычислительное оборудование, на его обслуживание, увеличиваются дополнительные расходы и постепенно усложняется взаимодействие пользователей с базой данных. Это все может привести к полному отказу использования данной БД, к приостановке работы организации и увеличению убытков.

Общая постановка задачи

Для реализации задачи предполагается создать структуру для баз данных состоящей из трех-уровневой структуры.

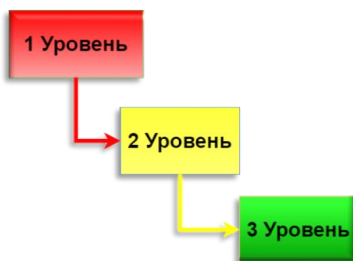


Рис. 2. Трехуровневая структура

На первых уровнях должны быть обозначены основные направления различных сфер; приблизительное их количество не должно превышать 5–7. Должен быть проведен анализ и выявлены из каких основных сфер приобретаются товары. После проведенного анализа должен быть сформирован 2 уровень, состоящий из нескольких групп. На данном уровне из основных выделенных сфер должна

быть сформирована конкретика и каждая группа 2 уровня должна иметь узкую направленность. На данном уровне количество групп не должно превышать от 10–15.

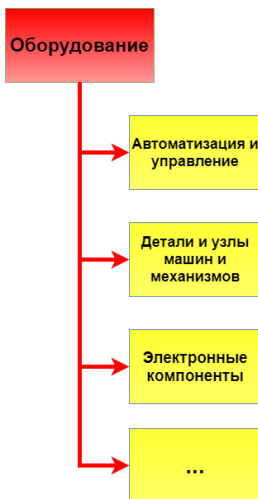


Рис. 3. Пример групп 2 уровня

На третьем и самом последнем уровне, должны быть выделены и созданы группы, которые должны заноситься сами данные о товарах и их характеристики. Данные группы обязаны быть узконаправленными и в их наименовании должна содержаться суть, т. е. в данные группы могут входить лишь определенный перечень данных – определенные товары и их основные характеристики. На данном уровне количество групп не должно превышать 3–18.



Рис. 4. Пример групп 3 уровня

Для групп 3 уровня должны быть сформированы и выбраны основные характеристики товаров. Выбранные характеристики должны быть проанализированы специалистами отвечающие за свою сферу деятельности и должны быть выбраны самые часто встречающиеся. После того как будет произведен анализ, должны быть составлены шаблоны заполнения для каждой группы третьего уровня. Данные шаблоны должны будут отвечать за формирование наименований данных в БД и не позволять добавлять записи, которые были не верно заполнены или уже были добавлены. Для того что бы сделать группы третьего уровня более обширнее, нужно создать в их таблицах два дополнительных столбика, под названиями: «Тип» и «Вид». В столбец «Тип» должны добавляться только существительные – «Вещь, компонент, сущность, элемент», а в столбец «Вид» только прилагательные – «Разновидность, вариант, версия, модификация, назначение». Остальные столбцы должны быть названы основными характеристиками, например, как: размер, вес, ток нагрузки, мощность и так далее. По мимо этого должны быть добавлены 2 дополнительных столбца, которые должны фигурировать в каждой группе 3-го уровня – «Производитель» и «Артикул».

Id	Тип	Вид	(доп.парам. ...)	Производитель	Артикул(или модель и т.д.)
01-0444	Дисплей	интеллектуальный-сенсорный	Schneider	SVGA 10.4
....

Рис. 5. Пример таблицы в БД группы 3 уровня

Проблемы

Очевидно, что пользователи, которые имеют доступ к базе данных, на добавление и редактирование записей в ней могут совершать ошибки. Особенно если пользователь совершенно не понимает сферу области, где применяется тот или иной товар, и создает запись в БД совершенно в другую группу, к которой он не относится. По мимо этого, многие данные, которые поступают из других баз данных, могут не содержать всю необходимую информацию, что может привести к созданию повторений. Проблемы могут возникнуть, если пользователи будут совмещать по ошибке латиницу и кириллицу, что тоже повлечет за собой создание копий и невозможность нахождения определенных записей в БД.

Потребуется специалисты из разных сфер, которые будут должны периодически проверять созданные и измененные записи в БД.

Требуется периодическая «чистка» и исправления ошибок за пользователями, дополнительно перепроверять, дописывать или полностью изменять записи в БД.

Заключение

Разработка такой структуры для баз данных в которых хранимое количество записей не превышает 30 000, поможет уменьшить количество самих данных, уменьшит время поиска искомым пользователями данных. При данной структуре уменьшится количество повторяющихся записей в БД, что повлияет на создание и корректировки какой-либо статистики. Данная разработка уменьшит затраты компании или организации, так как не нужно будет применять более сложные методы и инструменты, такие как нейронные сети или искусственный интеллект.

Библиографический список

1. Еременко К. Работа с данными в любой сфере. Как выйти на новый уровень, используя аналитику. М.: Альпина Паблишер, 2019. 303 с.
2. Ын Анналин, Су Кеннет. Теоретический минимум по Big Data. Все что нужно знать о больших данных. М.: Питер, 2019. 208 с.
3. Сьоре Э. Проектирование и реализация систем управления базами данных. М.: ДМК-Пресс, 2021. 466 с.

УДК 004.93

Р. С. Зулкашев

студент кафедры вычислительных систем и программирования

М. Д. Поляк – старший преподаватель – научный руководитель

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ У ЧЕЛОВЕКА ПО ФОТОГРАФИИ ЕГО ЛИЦА

Введение

Данная работа является продолжением исследований, представленных автором ранее [1]. Здесь будут рассмотрены способы улучшения качества предсказательной модели по классификации лиц людей с высшим и без высшего образования, а в точности, замена нейронной сети на другую модель и анализ ее влияния на конечный результат.

Цель: исследовать влияние новой модели на качество классификации лиц людей по сравнению с Facenet [2].

Основная часть

В предыдущей статье для классификации лиц людей с высшим образованием использовалась предобученная модель Facenet. С ее помощью из фотографий лиц генерировались признаки, которые далее классифицировались с помощью SVM (машина опорных векторов). Набор данных, на котором обучался классификатор, состоит из 430 снимков людей различных профессий, пола и возраста и разбит на два одинаковых по размеру класса: «С высшим образованием» и «Без высшего образования». В дальнейшем изложении статья будет основываться на этих знаниях для анализа результатов новой модели.

1. Альтернативные модели и их сравнение

Основными критериями отбора модели при поиске альтернатив Facenet были:

- модель должна быть предобучена на датасете лиц людей;
- модель должна иметь качество предсказаний не хуже Facenet;
- модель должна быть простой в реализации и использовании;
- модель может поместиться в 2Гб видеопамяти.

В результате поисков самыми популярными моделями из удовлетворяющих оказались: VGG-Face, Facenet, OpenFace и DeepFace. Их сравнение и анализ приведен в статье Yalavarthi Bharat Chandra, Gouri Karthikeya Reddy 2020 года [4]. Без углубления в подробности, результаты этой работы гласят, что VGG-Face [3] показало, хоть и не существенно, но лучший результат среди остальных моделей на датасете людей в масках (RMFRD). Поэтому в качестве основы для извлечения признаков из изображений будет выступать предобученная VGG-Face.

2. Методы обучения модели

Для классификации лиц VGG-Face была обучена двумя разными способами: как экстрактор признаков (feature-extractor) и как дообученная модель (fine-tuning).

2.1. Извлечения признаков

Для представления VGG-Face в качестве модели для извлечения признаков, нужно на ее выходе получить не вероятности отнесения к 2622 классам, а вектор признаков, который поступает в последний полностью связанный слой для последующей классификации. То есть нужно убрать слой, отвечающий за классификацию, и получать на выходе модели только вектор признаков изображения. Таким образом, на рис. 1 показана обычная архитектура VGG-Face модели, и она же, но в качестве feature-extractor модели показана на рис. 2.

На признаках, полученных из VGG-Face, также как и с Facenet-моделью, был обучен классификатор SVM. Результаты обучения модели показаны на рис. 3 и в табл. 1.



Рис. 1. VGG-Face

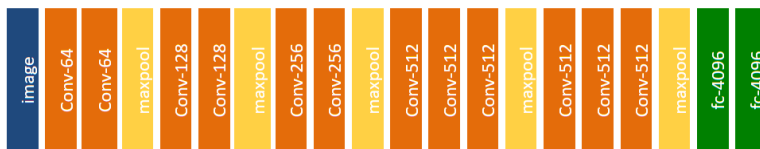


Рис. 2. Feature-extractor VGG-Face

Таблица 1

Метрики SVM

Accuracy	F1-score	AUC-ROC
0,8	0,78	0,89

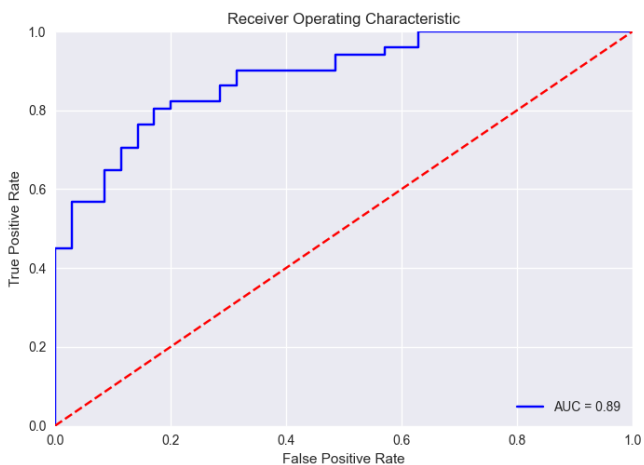


Рис. 3. ROC-AUC метрика SVM

В сравнении с Facenet, который прежде тоже использовался для извлечения признаков, модель VGG-Face не ухудшила показатели по метрикам Accuracy (0.78 → 0.8), F1 (0.78 → 0.78) и AUC-ROC (0.85 → 0.89).

Так как и количество признаков, и сама модель отличается от архитектуры FaceNet, то имеет смысл попробовать визуализировать распределение датасета на новых признаках. Для этих целей данные были обработаны с помощью алгоритмов PCA (метод главных компонент) и T-SNE (стохастическое вложение соседей с t -распределением), результаты которых приведены на рис. 4.

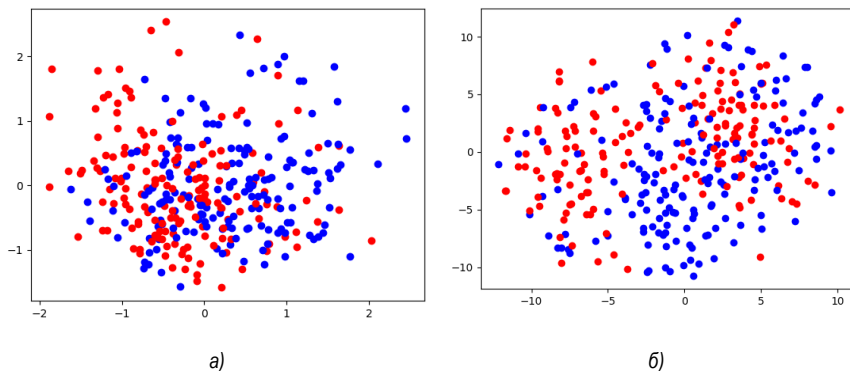


Рис. 4. Результаты обработки: а – метод главных компонент (PCA); б – T-SNE (perplexity=35, n_iter=1000)

Из результатов работы алгоритмов можно сделать вывод, что даже уменьшение количества признаков и замена используемой feature-extractor модели не помогли достичь линейной разделимости в двумерном пространстве признаков. Поэтому можно утверждать, что исходные данные имеют сложную структуру.

2.2. Дообучение модели

Дообучение модели представляет из себя изменение архитектуры VGG-Face таким образом, чтобы в итоге последний слой выдавал вероятности отнесения к 2 классам вместо изначальных 2622. Для этого последний полносвязный слой fc-2622 был заменен на fc-2, имеющий только 2 выхода. Так как теперь новый слой проинициализирован весами по умолчанию, то его нужно обучить. Для этого были заморожены все веса предыдущих слоев модели и обучение проводилось только над последним слоем. В качестве функции потерь была выбрана кросс-энтропия, где в ее реализации уже использовалась функция softmax, из-за чего в самой архитектуре fine-tuned модели эта функция не фигурировала. Получившаяся модель представлена на рис. 5.



Рис. 5. Fine-tuned модель

Обучение производилось на датасете, разделенном на обучающую (train), тестовую (test) и валидационную (val) выборки в соотношении 3:1:1 соответственно. В процессе обучения сохранялась и тестировалась модель, имеющая самое высокое качество на валидационной выборке согласно метрике ассигасу. На рис. 7 приводится график функции потерь в процессе обучения на 50 эпохах. В табл. 2 представлены метрики обученной модели.



Рис. 6. Train/val loss & train/val accuracy

Таблица 2

Метрики fine-tuned модели

Точность	F1-score	AUC-ROC
0,72	0,71	0,82

К сожалению, fine-tuned модель не дала прироста в качестве ни по одному из показателей по сравнению с Facenet.

Как можно видеть из графика функции потерь, после 30-й эпохи val loss существенно не изменяется, а поэтому в дальнейшем не имеет особого смысла обучаться дольше 30 эпох. Воспользуемся этим для анализа модели на независимых данных.

3. Кросс-валидация

Метрики моделей в данной статье были вычислены на малом объеме данных, а поэтому их качество существенно зависит от того, как были распределены данные в тестовой выборке. Для объективной оценки была проведена кросс-валидация на 5 частях для трех моделей с взятием среднего арифметического из получившихся результатов. Метрики представлены в табл. 3.

Таблица 3

Метрики на кросс-валидации

	Accuracy	F1	AUC-ROC
Facenet			
SVM(C=1)	0,76	0,78	0,85
SVM(C=0.3)	0,77	0,81	0,85

VGG-Face			
SVM(C=1)	0,77	0,78	0,83
SVM(C=0.3)	0,78	0,79	0,83
Fine-tuned	0,74	0,75	0,84

Данные метрики показывают, что замена модели нейронной сети не дает существенного улучшения в качестве предсказаний. Поэтому в будущих исследованиях стоит обратить внимание на другие способы повышения качества классификации, такие как аугментация данных или расширение датасета.

4. Результаты и выводы

В результате данной работы были проанализированы два разных подхода в анализе проблемы с помощью VGG-Face – использование экстрактора признаков и дообучение (fine-tuning) модели. С их помощью было показано, что замена Facenet не дает преимущества ни в качестве классификации, ни в улучшении визуализации данных. Об этом могут свидетельствовать качества метрик на кросс-валидации и распределения данных на графиках, полученных с помощью PCA и T-SNE. Поэтому в дальнейших исследованиях имеет смысл использовать Facenet и VGG-Face как взаимозаменяемые. А критериями для выбора той или иной модели могут служить вес модели, скорость обработки одного объекта датасета или сложность модели.

В заключение, хочется подвести к тому, что в дальнейших исследованиях по данной теме стоит обратить больше внимания не на улучшение модели, а на улучшение качества и размера датасета. В подтверждение этому можно привести слова исследователя в области машинного обучения и бывшего руководителя Google Brain Эндрю Блэна: «80% работы – это работа с данными» [6].

Библиографический список

1. Поляк М. Д., Зулкашев Р. С. Определение наличия высшего образования по фотографии лица // Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах. 2022. С. 101–105
2. Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering. 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). URL: <https://arxiv.org/abs/1503.03832> (дата обращения: 14.03.2022).
3. Omkar M. P. VGG Face Descriptor. URL: https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/software/vgg_face (дата обращения: 14.03.2022).
4. Yalavarthi Bharat Chandra, Gouru Karthikeya Reddy. A comparative analysis of face recognition models on masked faces. URL: <https://www.ijstr.org/final-print/oct2020/A-Comparative-Analysis-Of-Face-Recognition-Models-On-Masked-Faces.pdf> (дата обращения: 14.03.2022).
5. Используемая реализация VGG Face: chi0tzp/PyVGGFace. URL: <https://github.com/chi0tzp/PyVGGFace> (дата обращения: 14.03.2022).
6. Big Data to Good Data: Andrew Ng Urges ML Community To Be More Data-Centric And Less Model-Centric. URL: <https://analyticsindiamag.com/big-data-to-good-data-andrew-ng-urges-ml-community-to-be-more-data-centric-and-less-model-centric> (дата обращения: 14.03.2022).

УДК 004.89; 004.42

И. Д. Пасс

студент кафедры компьютерных технологий и программной инженерии

С. И. Колесникова – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Введение

На сегодняшний день задача визуального контроля является весьма актуальной. Одним из способов реализации визуального контроля является использование электронных систем, в том числе использование систем видеонаблюдения.

Современные системы видеонаблюдения обладают способностями видеоаналитики для осуществления автоматизированного обнаружения угроз безопасности. В настоящее время огромные деньги вкладываются в данную технологию как в лидирующее средство по борьбе с преступностью и терроризмом [1].

Целью настоящего исследования является разработка унифицированной схемы системы видеонаблюдения, которая будет способна взаимодействовать с устройствами (детекторами), производимыми АО НТЦ «ЯФИ», и позволит повысить итоговое качество подобных систем. Под унификацией будем подразумевать, что применение разрабатываемой схемы не ограничивается лишь одной предметной областью. Иными словами, она подойдет как для системы видеонаблюдения на парковке, так и для системы с функцией распознавания лиц на вокзалах или в аэропортах.

Основываясь на предназначении системы, были выдвинуты требования о включении в ее состав следующих элементов (рис. 1):

- программных и технических средств записи;
- средств хранения и обработки видеоданных (видеосервера);
- средств информационного обмена пользователя с видеосервером при помощи специализированного протокола;
- средств обработки данных от датчиков (детекторов);
- специального программного обеспечения для осуществления видеоаналитики.



Рис. 1. Use-case диаграмма

В качестве оператора АРМ выступает уполномоченное лицо, которому предоставляется возможность оперировать видеопотоком камер: сохранять видеофрагменты выбранной продолжительности, воспроизводить ранее сохраненные видеозаписи с целью наблюдения за событиями, потенциаль-

но представляющими опасность. Функция видеоаналитики позволит зафиксировать доступные для распознавания события.

Структура системы. Выбор элементов системы видеонаблюдения может основываться на разных критериях, зависящих от множества факторов. Их перечень довольно разнообразен, а уровень важности определяется особенностями конкретного предприятия. Как правило, выделяют следующие общезначимые качественные критерии, характеризующие информационную систему, составной частью которой является система видеонаблюдения:

- функциональность системы;
- организация единого информационного пространства;
- адаптивность системы;
- модифицируемость системы;
- возможность поэтапного внедрения.

Игнорирование этих критериев или недостаточная оценка их значимости может привести в дальнейшем к большим дополнительным затратам и существенным задержкам во времени, что может значительно увеличить совокупную стоимость владения (Total Cost of Ownership, TCO) информационной системой.

Исходя из особенностей рассматриваемой системы, предлагается структура, включающая в себя видеосервер, видеокамеры, датчики, клиентское приложение. Диаграмма компонентов системы представлена на рис. 2.

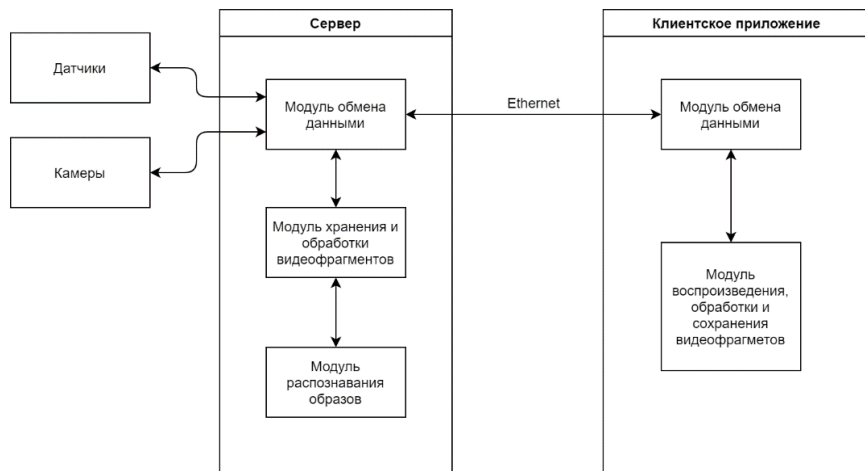


Рис. 2. Диаграмма компонентов

Видеосервер: устройство в составе цифровой охранной системы, предназначенное для преобразования аналогового видеосигнала с выхода видеокамер в цифровой формат с целью его обработки, передачи по компьютерной сети и/или записи на цифровой носитель информации [2]. В качестве канала передачи данных в системе используется локальная сеть Ethernet.

Сетевая видеокамера: цифровая видеокамера, конструктивно и функционально объединенная с видеокодером, осуществляющая передачу сжатых видеоданных по компьютерной сети.

Клиентское приложение: программное обеспечение, установленное на рабочем месте, отвечающем требованиям [3]. Приложение предназначено для визуального наблюдения и анализа данных от видеокамер оператором.

Модуль обмена данными клиент/сервер предназначен для связи видеосервера с клиентским приложением для передачи видеофрагментов через проводную связь по определенному заранее раз-

работанному в АО НТЦ «ЯФИ» протоколу передачи данных с учетом требований [4]. После получения данных от видеокамер и детекторов модуль производит парсинг пришедших данных и передает их модулю воспроизведения обработки и сохранения видеофрагментов для дальнейших манипуляций.

Модуль хранения и обработки видеофрагментов: буферизует последовательные изображения видеопотока с целью повышения его информативности в условиях наличия искажающих факторов (искусственные и естественные помехи, слабая освещенность и др.) и позволяет хранить видеозаписи на сервере и по запросу клиентского приложения оперировать ими.

Модуль распознавания реализуется на алгоритмах компьютерного зрения [5], являющихся основой видеоаналитики (распознавания лиц, идентификации объектов, лиц и регистрационных номеров автотранспортных средств и пр.).

Модуль воспроизведения обработки и сохранения видеофрагментов предназначен для отображения полученных видеофрагментов в графическом интерфейсе, также пользователю предоставляется возможность сохранять выбранные видеофрагменты от доступных камер. При помощи этого модуля можно осуществлять просмотр записей с видеокамер как в реальном времени, так и ранее сохраненных.

Датчики: различные приборы для получения информации об окружающей среде (например, датчик освещенности, датчик движения, обнаружители радиации, в том числе производимые АО НТЦ «ЯФИ»), которые можно использовать совместно с видеокамерами.

В итоге, разрабатываемая модель представляет собой систему видеонаблюдения, т. е. совокупность функционирующих видеоканалов, программных и технических средств записи, хранения и обработки видеоданных, а также программных и/или технических средств управления, осуществляющих информационный обмен между собой с целью видеонаблюдения за вверенной территорией.

Инструменты для разработки

На основе результатов анализа компонентов системы, для программной реализации были выбраны наиболее зарекомендовавшие себя на практике инструменты, а именно, используется набор {Qtcreator, Python, OpenCV}, в котором:

1. Qtcreator:
 - позволяет создавать кроссплатформенные приложения;
 - содержит удобный GUI-конструктор и обладает набором абстракций для работы с «железом»;
 - поддерживает C++.
2. Язык программирования Python как инструментальная основа реализации модуля распознавания:
 - обладает большим набором библиотек и фреймворков;
 - имеет большое количество документации для работы с нейросетями/компьютерным зрением;
3. Библиотека с открытым исходным кодом OpenCV, как инструмент для обработки и анализа изображений с камер, поскольку содержит основу для реализации алгоритмов компьютерного зрения, машинного обучения, обработки изображений и видео в реальном режиме времени, что весьма актуально для проектируемой системы.

Заключение

В статье представлено обсуждение варианта структурной схемы программно-аппаратного комплекса автоматизированной информационной системы видеофиксации, включающий в себя автоматизированную систему видеонаблюдения, анализа и отображения информации с комплексом аппаратуры (детекторов), а также инструментальных средств для ее программной реализации. Ожидается, что разрабатываемая система позволит повысить эффективность анализа полученных измерений путем использования цифровых интерфейсов передачи данных, а также современных достижений в области видеонаблюдения.

Внедрение систем с подобной архитектурой приведет к повышению качества контроля за безопасностью, а в случае выявления нарушителей – позволит принять своевременные меры по предотвращению происшествий и устранению вредоносного (или потенциально вредоносного) воздействия.

Библиографический список

1. Гедзберг Ю. М. Охранное телевидение. М.: Горячая линия-Телеком, 2005. 312 с.
2. ГОСТ Р 51558-2014 Средства и системы охранные телевизионные Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2008. 23 с.
3. ГОСТ Р 50948-2001 Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2008. 13 с.
4. ГОСТ Р 54830-2011 Системы охранные телевизионные. Компрессия оцифрованных видеоданных. Общие технические требования и методы оценки алгоритмов. М.: Стандартинформ, 2019. 15 с.
5. Прохоренок Н. А. OpenCV и Java. Обработка изображений и компьютерное зрение. Спб.: БХВ-Петербург, 2018. 320 с.

УДК 681.3

Д. А. Самушенкова

студентка кафедры компьютерных технологий и программной инженерии

М. В. Фаттахова – кандидат физико-математических наук, доцент – научный руководитель

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПОРТФЕЛЕЙ

Введение в проблему

Под инвестиционным портфелем понимают совокупность ценных бумаг разного вида, срока действия и степени ликвидности, принадлежащих одному абстрактному инвестору и управляемых им как единое целое. Для портфеля существуют две ключевые характеристики – величина бета, характеризующая риск, и показатель прибыльности. Для отбора ценных бумаг, т. е. формирования начальной выборки, нужно определить, какие задачи, цели ставит перед собой вкладчик, а также к каким он готов рискам. В соответствии с этим классифицируют различные типы портфелей, например, портфель роста, дохода, рискованного капитала, сбалансированный, долгосрочных ценных бумаг и другие. Когда инвестор выбирает тип портфеля, ему необходимо его собрать и оптимизировать, т. е. сделать соответствующим его требованиям по доходности и возможному риску.

Цель настоящего исследования – рассмотреть практическое применение трех подходов к построению и оптимизации инвестиционных портфелей и реализовать их на практике.

Модели оптимизации портфеля ценных бумаг

Современная портфельная теория или модель Марковица [1, 2]: ее особенность заключается в том, что риск и доходность актива должны оцениваться не сами по себе, а по тому, как они влияют на общий риск и доходность портфеля.

Оценка ожидаемой доходности портфеля находится следующим образом:

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i,$$

где r_p – доходность портфеля, r_i – доходность актива, w_i – доля актива в портфеле. Отклонение доходности портфеля:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j,$$

где σ_i – стандартное отклонение периодической доходности актива i , ρ_{ij} – коэффициент корреляции между доходностью активов i и j .

Таким образом, мы получаем математическую модель портфеля минимального риска Марковица:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i \geq r_p \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. ; \quad (1)$$

Паритет риска фокусируется на распределении риска, обычно определяемого как волатильность, а не на распределении капитала [2, 3]. Волатильность портфеля определяется как стандартное отклонение риска:

$$\sigma(w) = \sqrt{w^T \Sigma w} = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j},$$

где Σ – ковариационная матрица зависимостей доходностей финансовых инструментов, w^T – транспонированный вектор долей активов, который представляется следующим образом:

$$w^T = (w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n),$$

w – вектор долей активов:

$$w = \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \dots \\ W_n \end{pmatrix}.$$

Волатильность $\sigma_i(w)$ можно интерпретировать как вклад актива i к общему риску портфеля. Тогда равный вклад в риск означает $\sigma_i(w) = \sigma(w)$ для всех i, j , что эквивалентно: $\sigma_i(w) = \sigma(w)/n$, где n – количество активов.

Решение может быть найдено путем минимизации целевой функции:

$$\operatorname{argmin}_w \sum_{i=1}^n \left[w_i - \frac{\sigma(w)^2}{(\Sigma w)_i \cdot n} \right]^2,$$

где $(\Sigma w)_i$ – i -ая строка вектора, полученного путем перемножения Σ на w .

В подходе Паритета риска волатильность (риск) портфеля устанавливают равной фиксированному значению, выбранному инвестором. Получаем математическую модель задачи:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n w_i - \frac{\sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j}{(\Sigma w)_i \cdot n} \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i \geq r_p \\ \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} = \sigma \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (2)$$

Ошибка отслеживания показывает, насколько близко портфель соответствует индексу, с которым он сравнивается [4]. Разделив доходность портфеля на ошибку отслеживания, мы получим эффективность с поправкой на риск. Формула ошибки отслеживания TE (tracking error) или ω представляет собой стандартное отклонение дохода, определяемое по формуле:

$$TE = \omega = \sigma(r_p - r_b) = \sqrt{\sigma^2(r_p - r_b)} = \sqrt{E[(r_p - r_b)^2] - E[(r_p - r_b)]^2}, \quad (3)$$

где r_p – доходность портфеля, r_b – доходность бенчмарка (эталона).

Математическая модель задачи может быть представлена следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{E[(r_p - r_b)^2] - E[(r_p - r_b)]^2} \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i \geq r_p \\ \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} \leq \sigma \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (4)$$

Подбор акций и построение портфелей. Для демонстрации примера построения портфелей по моделям оптимизации (1), (2), (4), был выбран тип портфеля – сбалансированный, и отобраны акции 5 крупных российских компаний: РУСАЛ, РОСНЕФТЬ, ИНТЕРРАО, НОРНИКЕЛЬ, ГАЗПРОМ. Рассматриваемый период времени с 01.05.2019 по 01.01.2022. В программе Microsoft Excel по данным о котировках активов была оценена ожидаемая доходность по ним за месяц, а также их риск (стандартное отклонение) [5].

Таблица 1

Оценка ожидаемых риска и доходности активов

Компания	РУСАЛ	РОСНЕФТЬ	ИНТЕРРАО	НОРНИКЕЛЬ	ГАЗПРОМ
Ожидаемая доходность за месяц	3,52%	1,20%	0,13%	1,26%	2,45%
Уровень риска	11%	10%	7%	7%	10%

В задаче минимизации ошибки отслеживания временной интервал наблюдений был разделен на 4 этапа: 01.05.2019 – 01.12.2019, 01.01.2020 – 01.08.2020, 01.09.2020 – 01.04.2021 и 01.05.2021 – 01.01.2022 (ожидаемые доходности активов в зависимости от этапа представлены в табл. 3). В качестве бенчмарка был выбран индекс S&P500. Ожидаемая доходность: 1 этап – 0,94%, 2 этап – 1,79%, 3 этап – 1,51%, 4 этап – 0,63%.

Таблица 2

Оценка ожидаемых доходностей активов по периодам

Этап	РУСАЛ	РОСНЕФТЬ	ИНТЕРРАО	НОРНИКЕЛЬ	ГАЗПРОМ
1	1,86%	0,67%	3,32%	3,70%	6,36%
2	0,86%	-1,58%	1,09%	0,55%	-4,00%
3	7,02%	4,73%	-0,90%	3,22%	3,12%
4	4,25%	1,02%	-2,63%	-2,01%	4,12%

Результаты построения портфелей ценных бумаг по описанным подходам

Компания		Современная портфельная теория	Паритет риска	Ошибка отслеживания
Доля	РУСАЛ	0,210	0,298	0,010
	РОСНЕФТЬ	0,000	0,030	0,005
	ИНТЕРРАО	0,071	0,176	0,002
	НОРНИКЕЛЬ	0,427	0,270	0,505
	ГАЗПРОМ	0,292	0,226	0,479
доходность		2,00%	2,00%	1,00%
риск		5,63%	5,90%	3,34%
дополнительно		–	значение целевой функции: 0,01	TE = 0,78%

Заключение

В статье были рассмотрены и реализованы три подхода к построению и оптимизации инвестиционных портфелей. В ходе исследования получены доли распределения отобранных активов в портфелях, а также оценены их ожидаемые уровни доходностей и рисков. Различия результатов обусловлены тем, что в описанных подходах решаются разные задачи, а, следовательно, отличаются и целевые функции. Важность представленного результата заключается в составлении математических моделей оптимизации (1), (2), (4) и их интерпретации на практике. Полученные результаты представляют практическую значимость и могут быть использованы для изучения вариантов инвестирования и их дальнейшего применения.

Библиографический список

1. Markowitz Harry M. Portfolio Selection // The Journal of Finance. 1952. P. 77–91.
2. Roncalli T. Introduction to risk parity and budgeting. CRC Press, 2013. 340 p.
3. Maillard S., Roncalli T., Teïletche J. The properties of equally weighted risk contribution portfolios // The Journal of Portfolio Management. 2010. № 4. P. 60–70.
4. Артамонов Н. В. [и др.] Оценка влияния доходности государственных облигаций на результативность взаимных фондов на примере США // Прикладная эконометрика. 2020. № 2. С. 55–75.
5. Markowitz Harry M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments // New York: John Wiley & Sons, Inc. 1959. 344 p.

УДК 004.93

Я. О. Сениченкова

студент кафедры компьютерных технологий и программной инженерии

М. Д. Поляк – старший преподаватель– научный руководитель

РАСПОЗНАВАНИЕ ПОЧТОВЫХ ИНДЕКСОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ХОПФИЛДА

Введение

Предложенная в конце XX века нейронная сеть Хопфилда [1, 2] может быть использована в качестве ассоциативной памяти. Основной функцией ассоциативной памяти является восстановление образа, сохраненного в памяти, в ответ на подачу зашумленного/неполного объекта на вход сети. Также обученная сеть становится способной "распознавать" входные сигналы – т. е. определять, к какому из запомненных образов они относятся. В данной работе описывается применение нейронной сети Хопфилда к задаче распознавания изображений почтовых индексов.

Архитектура сети

Нейронная сеть Хопфилда является полносвязной нейронной сетью с симметричной матрицей связей. Данная сеть является примером рекуррентной нейронной сети (Recurrent neural network, RNN), что означает, что выход каждого нейрона подается на входы других нейронов. На рис. 1 можно увидеть архитектуру сети Хопфилда.

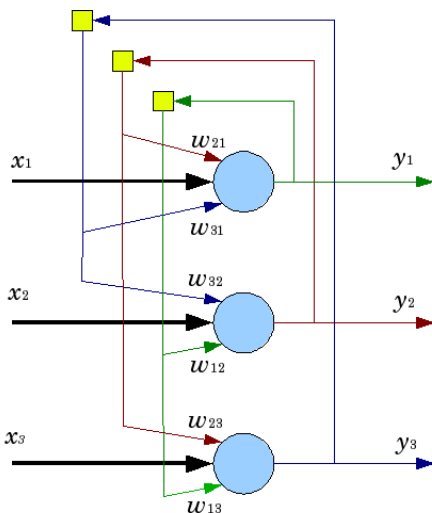


Рис. 1. Архитектура сети Хопфилда: x_i – информация, поданная на вход нейронной сети; y_i – значения выходов нейронов; w_{ij} – вес синапса ji

Взаимодействие нейронов сети описывается следующим выражением:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^N w_{ij} x_i x_j;$$

где N – количество нейронов. Вывод данного уравнения представлен в работе [3]. В данной модели нейронной сети фиксированные точки (т. е. точки устойчивого минимума энергии) соответствуют образам, по которым сеть была обучена. Однако значения весов синапсов сети, содержащиеся в матрице W , которые обеспечивают нахождение таких фиксированных точек, неизвестны. Нахождение таких значений является задачей обучения сети. Матрица весов синапсов является симметричной, т. е.:

$$W_{ij} = W_{ji} \text{ для всех } i \text{ и } j \text{ также, согласно работе [3],}$$

$$W_{jj} = 0 \text{ для всех } j.$$

Согласно работе [3], количество изображений, которое сеть может запомнить и корректно восстанавливать, определяется следующим выражением:

$$M_{\max} = \frac{N}{2 \log_e N}. \quad (1)$$

Из этого уравнения можно сделать вывод, что емкость памяти сети Хопфилда растет линейно по отношению к количеству нейронов N .

Данная архитектура имеет следующий недостаток: могут появляться ложные устойчивые состояния, называемые «хиимерами». Данные состояния не соответствуют ни одному запомненному сетью образу.

Обучение сети

Обучение сети заключается в вычислении значений матрицы W по данной формуле, вывод которой представлен в работе [3]:

$$W = \frac{1}{N} \sum_i^m x_i x_i^T;$$

где N – размерность вектора поданного на вход изображения, m – количество запоминаемых образов, x_i – i -й запоминаемый вектор-столбец. Обучение данной сети проводится за одну эпоху. Стоит отметить, что на вход сети в фазе обучения подается вектор x , элементы которого равняются ± 1 .

Применение обученной сети

На вход обученной сети Хопфилда подается вектор x , элементы которого равняются ± 1 . Обычно это неполные или зашумленные версии изображения, по которому обучилась нейронная сеть. Обучение происходит итеративно, корректировка элементов входного вектора x происходит по следующему правилу, описанному в работе [3]:

$$x_j(n+1) = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^N w_{ij} x_i(n) \right), \quad j = 1, 2, \dots, N; \quad (2)$$

где $n+1$ – новое состояние элемента. Стоит отметить, что в данной ситуации для удобства функцию sign представляют в немного измененном виде:

$$\text{sign}(x) = \begin{cases} 1, & x > 0 \\ -1, & x \leq 0 \end{cases}$$

Вычисления по формуле (2) повторяют до тех пор, пока вектор состояний x не перестанет изменяться. Назовем устойчивое состояние, полученное в результате итеративных вычислений, $x_{\text{фикс}}$. Тогда результирующий вектор будет выглядеть следующим образом:

$$y = x_{\text{фикс}};$$

где y – итоговый результат применения сети Хопфилда к входному вектору x .

Распознавание почтовых индексов

Для решения данной задачи были использованы сети Хопфилда с девятью нейронами и десятью нейронами. На вход сети подавались векторы, длины которых были равны количеству нейронов. Так как количество элементов в векторе x должно равняться количеству нейронов, в опыте с сетью, состоящей из десяти нейронов, добавляем в вектор мнимое значение. Был проведен следующий опыт: на каждом этапе обучения нейронная сеть обучалась распознавать новую цифру (т. е. номер этапа опыта равен количеству цифр, по которым обучилась сеть Хопфилда). Далее на вход обученной сети подавались знакомые ей цифры. Результаты опыта представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты опытов с сетью Хопфилда

	Количество верно распознанных образов на каждом этапе обучения										Среднее значение
Количество изученных образов →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	–
Количество нейронов ↓											
9	1	2	3	2	3	2	0	0	1	2	1,6
10	1	2	3	4	5	3	1	1	1	2	2,3

Можно заметить следующую закономерность: чем больше запомненных образов, тем хуже работает сеть Хопфилда. При увеличении объема обучающей выборки доходит до того, что сеть становится неспособной распознавать даже изученные ранее цифры. Можно заметить, что сеть из десяти нейронов показала лучший результат.

Согласно формуле (1), теоретическое количество образов, которое может запомнить и корректно восстановить сеть из 9 нейронов равняется 1,4; для сети из десяти нейронов – 1,5.

Выводы

В ходе работы была реализована и обучена на десяти образах цифр нейронная сеть Хопфилда. Практическое значение успешно запоминаемых сетью образов не меньше теоретического значения, полученного по формуле (1), однако обнаружен следующий недостаток сети: из-за относительно небольшого объема памяти нейронную сеть Хопфилда нельзя использовать для задач с большим количеством изучаемых сетью изображений, так как нейронная сеть перестает корректно распознавать изученные ею ранее образы

Библиографический список

1. Hopfield J. J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // Proceedings of National Academy of Sciences. 1982. Vol. 79. No. 8. Pp. 2554–2558.
2. Hopfield J. J. Neural with graded response have collective computational properties like those of two-state neurons // Proceedings of the National Academy of Sciences. 1984. Vol. 81. Pp. 3088–3092.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс, 2005. 1103 с.

УДК 519.83

В. К. Ченусов

магистрант кафедры компьютерных технологий и программной инженерии

М. В. Фаттахова – кандидат физико-математических наук, доцент – научный руководитель

**КООРДИНАЦИЯ ТРЕХУРОВНЕВОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК
С ПОМОЩЬЮ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ МОДЕЛИ**

В данной статье рассматривается способ оптимизации многоуровневой децентрализованной сети поставок по критерию прибыли. Мы рассматриваем данный вопрос в контексте трехуровневой цепочки поставок. Внутри каждого из узлов находятся несколько фирм, между которыми происходит конкуренция по модели Курно. На первом уровне располагается узел-дистрибьютер, распределяющий товар между узлами второго уровня. В узлах второго уровня происходит модернизация исходного продукта, после чего осуществляется продажа узлам следующего уровня. Третий уровень или уровень ретейлеров реализует свой товар на рынках.

Данный способ устройства экономических отношений является наиболее распространенным в современном бизнесе. Поэтому без сомнения рассматриваемая задача является актуальной [1].

Опишем процесс принятия решения в рассматриваемой модели. Узел первого уровня определяют цену, по которой фирмы этого узла сбывают свой товар узлам второго уровня – дистрибьютерам. Дистрибьютеры второго уровня, получив данные, назначают отпускные цены для узлов третьего уровня. Узлы третьего уровня или, иначе говоря, ретейлеры, на основе цен, полученных от дистрибьютеров, и функции спроса формируют объем выпуска своего товара на рынок. Осуществляется процесс распределения объемов между фирмами в каждом из узлов нижнего уровня. Данные об объемах поступают на все верх лежащие уровни, и внутри каждого узла идет их распределение. Осуществляется расчет прибыли каждого из участников сети поставок.

Данная процедура принятия решений может быть представлена многошаговой некооперативной иерархической игрой n лиц. Игроками являются фирмы, находящиеся в каждом из узлов. Стратегиями игроков является объемы производства, функции выигрыша – это функции прибыли каждой фирмы – игрока. При этом внутри каждого узла фирмы – участники конкурируют по модели Курно [2]. В качестве принципа оптимальности было выбрано равновесие по Нэшу.

Рассмотрим теоретико-игровую модель для трехуровневой сети поставок (рис. 1, табл. 1, 2).

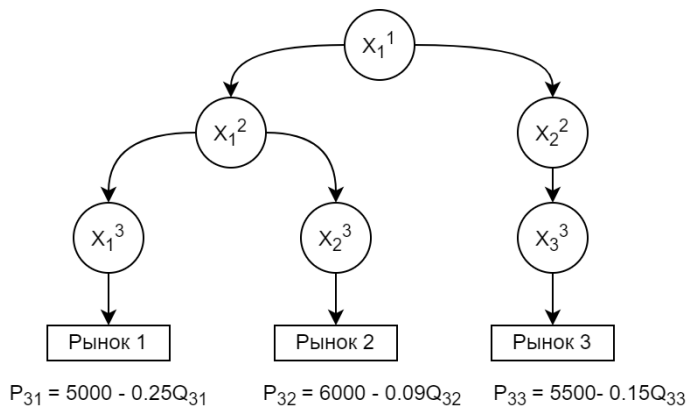


Рис. 1. Сеть поставок с одним уровнем поставщиков, дистрибьютеров и ретейлеров

Обозначения

Обозначения	Пояснение
X_j^i	Узел j уровня i
X_{jk}^i	Фирм k внутри узла X_j^i
$Q_{ij} = \sum_{k=1}^{n_{ij}} q_{ijk}$	Суммарный объем однородной продукции в узле X_j^i
q_{ijk}	Объем выпуска продукции фирмы k в узле X_j^i
π_{ijk}	Прибыль фирмы k в узле X_j^i
p_{ij}	Цена в узле X_j^i

Таблица 2

Исходные данные

Узел	X_1^1	X_1^2	X_2^2	X_1^3	X_2^3	X_3^3
Кол-во фирм в узле	$n_{11} = 2$	$n_{21} = 1$	$n_{22} = 2$	$n_{31} = 4$	$n_{32} = 2$	$n_{33} = 1$
Затраты	$C_{111} = 1500$ $C_{112} = 1505$	$C_{211} = 700$	$C_{221} = 720$ $C_{222} = 710$	$C_{311} = 342$ $C_{312} = 340$ $C_{313} = 338$ $C_{314} = 345$	$C_{321} = 120$ $C_{322} = 122$	$C_{321} = 200$

Представим формулы для вычисления прибылей фирм каждого узла. Каждая из фирм стремится к максимизации собственной прибыли [3].

Функция прибыли для первого уровня:

$$\pi_{1jk} = q_{11k}(p_{11} - c_{11}). \quad (1)$$

Функция прибыли для второго уровня:

$$\pi_{2jk} = q_{2jk}(p_{2j} - p_{11} - c_{2jk}). \quad (2)$$

Функция прибыли для третьего уровня:

$$\pi_{3jk} = q_{3jk}(a_{3j} - b_{3j}Q_{3j} - p_{11} - c_{3jk}). \quad (3)$$

Для построения равновесия по Нэшу в рассматриваемой игре распишем функции прибыли для всех фирм из узлов третьего уровня:

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi_{311} = q_{311}(5000 - 0.25 \sum_{i=1}^4 q_{31i} - p_{21} - 342); \\ \pi_{312} = q_{312}(5000 - 0.25 \sum_{i=1}^4 q_{31i} - p_{21} - 340); \\ \pi_{313} = q_{313}(5000 - 0.25 \sum_{i=1}^4 q_{31i} - p_{21} - 338); \\ \pi_{314} = q_{314}(5000 - 0.25 \sum_{i=1}^4 q_{31i} - p_{21} - 345); \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi_{321} = q_{321}(6000 - 0.09 \sum_{i=1}^2 q_{32i} - p_{21} - 120); \\ \pi_{322} = q_{322}(6000 - 0.09 \sum_{i=1}^2 q_{32i} - p_{21} - 122); \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\pi_{331} = q_{331}(5500 - 0.15q_{32i} - p_{22} - 200). \quad (6)$$

Применив к функциям (4), (5) и (6) необходимое условие максимума, получаем системы уравнений:

$$\begin{pmatrix} 0.5 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.5 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q_{311} \\ q_{312} \\ q_{313} \\ q_{314} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4658 - p_{21} \\ 4660 - p_{21} \\ 4662 - p_{21} \\ 4655 - p_{21} \end{pmatrix}; \quad (7)$$

$$\begin{pmatrix} 0.18 & 0.09 \\ 0.09 & 0.18 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q_{321} \\ q_{322} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5880 - p_{21} \\ 5878 - p_{21} \end{pmatrix}; \quad (8)$$

$$(0.3)(q_{331}) = (5300 - p_{22}). \quad (9)$$

В результате решения систем с 7 по 9 получим выражения для объема поставок (q_{3jk}) . Затем, исходя из условия отсутствия дефицита и излишков, получаем соотношение:

$$Q_{21} = q_{211} = Q_{31} + Q_{32} = \sum_{i=1}^4 q_{31i} + \sum_{i=1}^2 q_{32i} = 58456,1 - 10,6p_{21}; \quad (10)$$

$$Q_{22} = q_{221} + q_{222} = Q_{33} = q_{331} = 17666,67 - 3,33p_{22}. \quad (11)$$

Из соотношения (10) выразим p_{21} :

$$p_{21} = 5510,88 - \frac{q_{211}}{10,6}. \quad (12)$$

Из соотношения (11) выразим p_{22} :

$$p_{22} = 5300 - \left(\frac{q_{221}}{3,3} + \frac{q_{222}}{3,3} \right). \quad (13)$$

Зная функции цен, мы можем выразить функции прибыли для фирм узлов предыдущего уровня. Дальнейшие действия осуществляются по аналогии с приведенными, вплоть до корневого узла, при достижении которого получаем численные значения объемов для фирм первого уровня. Зная данные значения, подставляем их в ранее выведенные формулы для получения информации об объемах и прибыли.

Таблица 3

Результаты

Узел	x_1^1	x_1^2	x_2^2	x_1^3	x_2^3	x_3^3
Объем выпуска продукции для фирмы	$q_{111} \approx 8151$ $q_{112} \approx 8113$	$q_{211} \approx 11815$	$q_{221} \approx 2207$ $q_{222} \approx 2241$	$q_{311} \approx 206$ $q_{312} \approx 214$ $q_{313} \approx 222$ $q_{314} \approx 194$	$q_{321} \approx 5500$ $q_{322} \approx 5477$	$q_{331} \approx 4448$
Цена	$p_{11} \approx 2583$	$p_{21} \approx 4396$	$p_{22} \approx 3965$	$p_{31} \approx 4790$	$p_{32} \approx 5011$	$p_{33} \approx 4832$
Прибыль	$\pi_{111} \approx 8828070$ $\pi_{112} \approx 8746748$	$\pi_{211} \approx 13161609$	$\pi_{221} \approx 1462195$ $\pi_{222} \approx 1506682$	$\pi_{311} \approx 10652$ $\pi_{312} \approx 11494$ $\pi_{313} \approx 12368$ $\pi_{314} \approx 9450$	$\pi_{321} \approx 2722608$ $\pi_{322} \approx 2700652$	$\pi_{331} \approx 2968710$

Данный пример демонстрирует объемность вычислений для относительно простой системы. Именно поэтому необходимо реализовать программное обеспечение, которое могло бы автоматизировать этот процесс и рассчитать оптимальный объем поставок при произвольных начальных значениях.

Библиографический список

1. Deming Zhou Uday S. Karmarkar Competition in MultiEchelon Distributive Supply Chains with Linear Demand // International journal of production research. London, 2015. 31 с.
2. Лонягина Ю., Никольченко Н., Зенкевич Н. Конкурентное и кооперативное поведение в распределительных сетях // Вклад в теорию игр и менеджмент. 2018. Т. 11. С. 73–102.
3. Петросян Л. А., Зенкевич Н. А., Шевкопляс Е. В. Теория игр. 2-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2014. 432 с.

УДК 004.9

К. О. Васильев

студент кафедры вычислительных систем и сетей

А. М. Сергеев – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

О НАУЧНОМ ИНТЕРЕСЕ К СОВМЕЩЕНИЮ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВИДЕОСИСТЕМАХ И СПОСОБАХ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Введение

Развитие методов и средств совмещения и обработки визуальной информации, получаемой в различных спектральных диапазонах, в различные промежутки времени, сегодня привлекает к себе внимание ученых и инженеров.

Развитие технологий совмещения изображений позволяет применять их во многих отраслях человеческой деятельности: при мониторинге чрезвычайных ситуаций (пожары, наводнения) и протяженных объектов, определении местоположения объектов с привязкой к их местоположению и др.

Для реализации программ и устройств, использующих приведенные способы совмещения, создается все больше и больше нетривиальных решений. Например, виртуальная сонография или объемная навигация в реальном времени [1].

Целью настоящей работы является анализ научного интереса к реализации алгоритмов совмещения изображений в современных видеосистемах различного назначения.

Публикационная активность в области совмещения изображений

На гистограмме, представленной на рис. 1, приведено количество публикаций в период 2001 – 2021 гг. Из нее видно, что расширение использования технологии совмещения связано с увеличением применения цифровых форматов представления изображений.

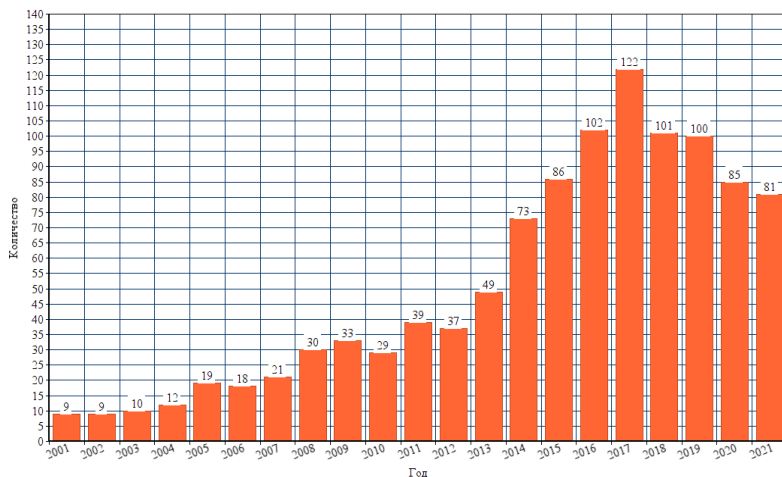


Рис. 1. Гистограмма распределения публикаций в период 2001 – 2021 гг.

В этот же период наблюдается и рост количества выданных патентов на аппаратные решения в данной области, отраженный на рис. 2.

В целом следует отметить, что интерес к совмещению изображений и расширению областей их использования возрастает со временем, стимулируя исследования как в области методов совмещения, так и разработки технических решений для их реализации.

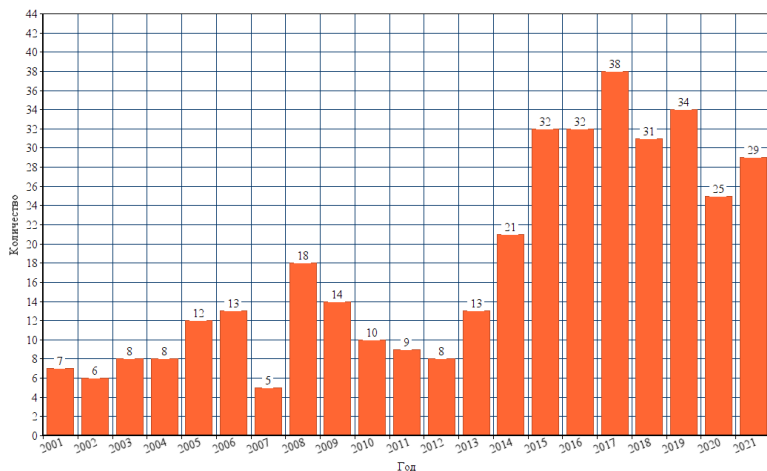


Рис. 2. Гистограмма выданных патентов в период 2001 – 2021 гг.

Способы совмещения изображений

Совмещение наложением. Использование совмещения изображений способом наложения получили в последнее время существенное развитие. Связано это, в том числе, с появлением современных коллиматорных систем с элементами дополненной реальности в авиации.

В работе [2], например, рассматривается задача совмещения радиолокационного изображения и цифровой географической карты местности с учетом высот.

Для решения этой задачи используется алгоритм совмещения наложением. В качестве результата при использовании указанной системы на рис. 3 приведено результирующее изображение.



Рис. 3. Результат совмещения изображений наложением

Аналогично реализуется формирование результирующего изображения на проекционных экранах. На рис. 4 приведен пример такого совмещения, позволяющего осуществлять взлет и посадку ночью или в сложных погодных условиях.



Рис. 4. Проекционный экран в кабине пилота самолета

Комбинированное совмещение изображений. В технической литературе описаны десятки методов комбинированного совмещения изображений. Многие из них могут быть отнесены к методам информационного совмещения [3 – 5]. Как правило эти методы используются для совмещения изображений, получаемых в разных спектральных диапазонах.

Согласно исследованию [6], одним из наиболее удачных методов комбинированного совмещения изображений с разрешением $n \times m$ пикселей является метод «шахматной доски». Это решение, описанное впервые в патенте [7], заключается в том, что считываются пиксели первого и второго цифровых изображений с и последовательно записываются в результирующее цифровое изображение. При этом в нечетных строках записывают последовательно пиксели первого и второго изображений, а на четных строках – последовательно пиксели второго и первого изображений.

На рис. 5 приведены изображения, полученные из одной точки в одинаковом масштабе двумя камерами – в видимом и инфракрасном диапазоне, а также результат совмещения методом [7].

Такой способ совмещения позволяет, например, точно выявлять места возгораний или прорыва теплотрасс при расшифровке результатов мониторинга местности с летательных аппаратов, перемещающихся в автономном режиме.

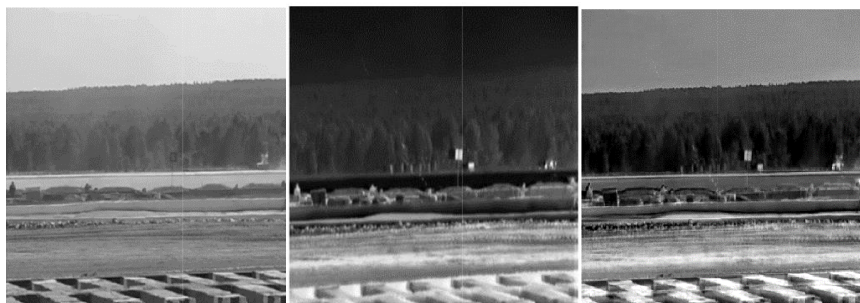


Рис. 5. Комбинированное совмещение методом «шахматной доски»

Важным применением такого способа совмещения может стать, в отличие от используемого способа [8], решение задач мониторинга для дальнейшей автоматической обработки изображений в целях государственного мониторинга земель. В качестве решаемых задач здесь рассматриваются: выявление вновь появившихся или исчезнувших антропогенных и природных объектов на территории обследования, качественных изменений объекта в его границах, а также определение геометрических изменений объектов.

Совмещение изображений объектов по их контурам. Один из алгоритмов совмещения контуров изображений связан с использованием изотропного аффинного преобразования [9].

Алгоритм делится на три логические части:

- вычисление дискриптора граничных точек,
- поиск соответствий между граничными токами,
- вычисление параметров аффинного преобразования.

Результатом такого совмещения является, например, оценка изменения границ очага заболевания при рентгеновском исследовании, компьютерной томографии или многоспектральном исследовании [10, 11].

Предобработка изображений

Для цифровых способов получения изображений характерно практически полное отсутствие сколько-нибудь существенных яркостных и пространственных помех. Однако часто требуется повышение различимости фрагментов изображений, ввиду низкой или слишком большой освещенности объектов отображаемой сцены. Кроме того, предобработка изображений в цифровых системах проводится для подавления импульсных помех и алгоритмы ее хорошо известны [12].

Для обработки изображений известны различные методы. Увеличение контрастности и, как следствие, увеличение резкости решается наиболее быстро и программно просто преобразованием шкалы яркости, например, гамма-коррекцией [13]. Визуального эффекта повышения контрастности при расфокусировке крупных фрагментов можно добиться путем подчеркивания контура, например, широко известным методом с использованием лапласиана [12, 13].

Заключение

Интерес к совмещению изображений в последнее время увеличивается. Это связано с появлением на рынке многоспектральных систем, используемых в мониторинге территорий, строительстве, медицине и других областях человеческой деятельности.

Наиболее часто используются три рассмотренных способа совмещения: наложением, комбинированием и совмещением границ изображений объектов.

Изображения, получаемые в видимом диапазоне и с помощью других технологий, имеют разные по разрешению, размеры и качество. Это требует предварительной обработки для повышения их информативности и различимости.

Библиографический список

1. Sandulescu L., Saftoiu A., Dumitrescu D., Ciurea T. Real-time contrast-enhanced and real-time virtual sonography in the assessment of benign liver lesions // *Journal of gastrointestinal and liver diseases: JGLD*. 2008. № 17. P. 475–478.
2. Сенцов А. А., Ненашев В. А., Иванов С. А., Турнецкая Е. Л. Совмещение сформированных радиолокационных изображений с цифровой картой местности в бортовых системах оперативного мониторинга земной поверхности // *Труды МАИ*. 2021. № 117.
3. Кондратенков Г. С., Быков В. Н., Викентьев А. Ю. Методика автоматического совмещения радиолокационных изображений с цифровыми картами и оптическими снимками местности // *Радиотехника*. 2007. № 8. С. 99–101.
4. Штейнбок М. Я. Иерархическое совмещение изображений в задаче корреляционно-экстремального управления: дис. канд. техн. наук. Томск, 1991.

5. Патент RU № 2451338. Способ комплексирования цифровых полутоновых телевизионных и тепловизионных изображений / А. П. Богданов, Л. Н. Костяшкин, А. В. Морозов, О. В. Павлов, Ю. Н. Романов, А. В. Рязанов.
6. Фролов В. Н., Тупиков В. А., Павлова В. А., Александров В. А. Методы информационного совмещения изображений в многоканальных оптико-электронных системах // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 11 (3). С. 95–104.
7. Патент на изобретение RU 2435221 С2. Способ совмещения изображений, полученных от различных фотодатчиков, и устройство для его реализации / И. Л. Ерощ, М. Б. Сергеев, Н. В. Соловьев, Г. П. Филатов, А. А. Козлов, М. Ю. Литвинов. 27.11.2011. Заявка № 2007145889/28 от 10.12.2007.
8. Лимонов А. Н. Совмещение цифровых изображений при мониторинге линейных и площадных элементов ландшафта // Проблемы региональной экологии. 2009. № 6. С. 101–105.
9. Сунгатуллина Д., Крылов А. Быстрый алгоритм совмещения контуров изображений, связанных изотропным аффинным преобразованием // Графикон'2014: труды конференции. Академия архитектуры и искусств, Институт механики, математики и компьютерных наук, Южный федеральный университет. 2014. С. 92–95.
10. Егорова Е. А., Лисицын А. С. Метод совмещения изображений срезов мультиспиральной и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии легких // Энергосбережение и эффективность в технических системах: материалы V Международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2018. С. 385–386.
11. Строев В. М., Ветров А. Н. Совмещение инфракрасных и оптических изображений при диагностике поражений кожи // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2018: сб. трудов международного научно-технического форума. В 11 т. Под общ. ред. О. В. Милвзорова. 2018. С. 67–71.
12. Сергеев М. Б., Соловьев Н. В., Стадник А. И. Методы повышения контрастности растровых изображений для систем цифровой обработки видеoinформации // Информационно-управляющие системы. 2007. № 1 (26). С. 2–7.
13. Ерощ И. Л., Сергеев М. Б., Соловьев Н. В. Обработка и распознавание изображений в системах превентивной безопасности: учеб. Пособие. СПб., 2005. 154 с.

УДК 681.326

Э. М. Неверова

магистрант кафедры вычислительных систем и сетей

В. Н. Елизаров – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛК B&R AUTOMATION X20 В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) – совокупность аппаратных и программных средств, предназначенных для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях. Нефтяная промышленность, в том числе нефтедобыча, нефтеподготовка, нефтеперекачка и нефтепереработка, является одной из наиболее автоматизированных отраслей промышленности. Начиная от небольших локальных систем управления ЭЦН на кустах скважин и вплоть до сложных систем гидрокрекинга, в каждом из объектов, обязательно присутствуют средства автоматизации.

Магистральные трубопроводы нефти и нефтепродуктов в России насчитывают десятки тысяч километров. Россия занимает одно из первых мест в мире по протяженности трубопроводов нефти и нефтепродуктов в мире. Трубопроводный транспорт является самым дешевым видом транспортировки нефти и газа.

В промышленной электронике при создании АСУ ТП доминируют цифровые промышленные сети на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК), интеллектуальных устройств ввода/вывода и сенсорных панелей оператора. Сенсорные панели оператора являются своеобразной альтернативой SCADA систем, которые обеспечивают легкую навигацию по экранам проекта, более мобильны с точки зрения размещения в пространстве, не «привязаны» к компьютеру, оснащены более простым программным обеспечением.

Рассмотрим примеры применения ПЛК фирмы B&R Automation X20 в проектах: «Автоматизированная групповая замерная установка», «Установка предварительного сброса пластовой воды», «Нефтеперекачивающих станциях».

Автоматизированная групповая замерная установка (АГЗУ) предназначена для автоматического периодического определения продукции нефтяных скважин и контроля за их технологическими режимами. Областью применения установок являются системы герметизированного сбора нефти и попутного газа на нефтепромыслах [1]. Заказчик АГЗУ ПАО «Газпромнефть» – российская вертикально-интегрированная нефтяная компания. Основные виды ее деятельности – разведка и разработка месторождений нефти и газа, нефтепереработка, производство и реализация нефтепродуктов. Входит в число российских лидеров по объемам добычи и переработки нефти, является одним из лидеров российской нефтяной индустрии по эффективности. Поставщик АГЗУ: компания ООО «Системы нефть и газ» предлагает комплексные решения в области коммерческого и оперативного учета углеводородов, защиты магистральных нефтепроводов от разрушающих их волн давления, возникающих при остановке насосных агрегатов и перекрытии потока. Накоплен большой опыт по разработке и внедрению различного технологического оборудования для обустройства и эксплуатации месторождений. Использование проверенных запатентованных инновационных технических решений, разработанных нашими специалистами, постоянное совершенствование технологий и решение проблем метрологического обеспечения измерений, позволяет компании уже более четверти века оставаться одним из признанных лидеров в области метрологии и сложных технологий нефтегазовой отрасли и энергетики. Системы и оборудование, производимые компанией СНГ, соответствует российским и международным стандартам, характеризуются высокой надежностью и эффективностью.

ООО «Системы нефть и газ» разработала, изготовила и поставила две АГЗУ нефти и газа для Восточного участка Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ООО «Газпром нефть Оренбург»). Измерительные замерные установки изготовлены на базе системы измерений количества жидкости и нефтяного попутного газа и предназначена для прямых измерений массового расхода и массы сырой сепарированной нефти, массового расхода и массы сепарированной безводной нефти, а также приведенных к стандартным условиям объемного расхода и объема

нефтяного газа, поступающих от одной из нескольких подключаемых попеременно нефтяных скважин, с последующим определением месячного покомпонентного дебита скважин, а также для индикации, архивирования и передачи результатов измерений и аварийных сигналов в систему верхнего уровня.

В состав установки входят:

- блок технологический в блок-боксе;
- блок-бокс автоматики;
- комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей.

В блоке технической замерной установки применяется схема с расходомерами массовыми на линии жидкости. Для наиболее точных измерений в АГЗУ применен регулятор расхода, установленный на линии газа и предназначенный для обеспечения напорного протока газа через расходомер массовый.

Принцип действия АГЗУ основан на измерениях массы жидкости и газа, предварительно разделенных в сепараторе. Двухфазный поток смеси жидкости и газа, поступающий из скважины, при помощи сепаратора разделяется на газ и жидкость. Количественные характеристики потоков (масса жидкости и масса газа) измеряются массовым преобразователем расхода, установленными на газовой и жидкостной линиях после сепаратора.

Система обработки информации АГЗУ реализована на базе ПЛК и сенсорной панели производства B&R Automation [2]. ПЛК выполняет следующие функции:

- прием первичных измерений от датчиков и состояния исполнительных механизмов;
- управление в автоматическом и ручном режимах исполнительными механизмами;
- реализация системы противоаварийных защит;
- обработка данных и формирование отчетов об измерениях;
- вывод информации в информационные сети ООО «Газпромнефть – Оренбург»

Установка предварительного сброса пластовой воды (УПСВ) предназначены для дегазации нефти, отбора и очистки попутного газа, сброса пластовой воды под избыточным давлением [3]. Конструкция установок выполняется на базе нефтегазовых сепараторов со сбросом воды. Установки представляют собой горизонтальные аппараты, снабженные технологическими штуцерами и штуцерами для КИПиА. Заказчик ООО «СевКомНефтегаз» – дочернее общество ПАО «НК «Роснефть» с иностранным участием (компания «Эквинор», Норвегия). Образовано в 2017 г., расположено в городе Губкинский, Ямало-Ненецкий автономный округ. Деятельность – разработка, освоение и эксплуатация Северо-Комсомольского нефтегазоконденсатного месторождения:

- проектирование и строительство объектов инфраструктуры;
- внедрение лучших отраслевых практик по управлению крупными стратегическими проектами;
- подбор и использование новейших технологий бурения и закачивания скважин;
- применение передовых методик моделирования процессов добычи.

Поставщик: ООО «Инженерно-производственная фирма «Нефтепромавтоматика» оказывает полный комплекс услуг по проектированию, разработке и внедрению автоматизированных систем управления технологическими процессами для предприятий в сфере добычи, переработки и транспортировки нефти и газа.

Компания создана командой профессионалов, имеющих за спиной более чем пятнадцатилетний опыт работы в сфере АСУ ТП известных нефтегазовых компаний ОАО «Сургутнефтегаз», ООО «РН-Пурнефтегаз», ООО «РН-Уватнефтегаз» (ООО «ТНК-Уват»), ООО «РН-Краснодарнефтегаз», ОАО «Лукойл-Западная Сибирь».

В 2018 г. выполнены работы по поставке и наладке АСУ ТП по проекту «Опытно-промышленная эксплуатация пласта ПК-1 Северо-Комсомольского месторождения. Модульная УПСВ» для ООО «РН-Пурнефтегаз» и ООО «СевКомнефтегаз» в рамках нового этапа совместной разработки компаниями Роснефть и Statoil Северо-Комсомольского месторождения». АСУ ТП построена на базе распределенной системы управления APROL B&R.

Распределенная система управления (англ. Distributed Control System, DCS) – система управления технологическим процессом, отличающаяся построением распределенной системы ввода-вывода и децентрализацией обработки данных. Основным отличием РСУ от обычной

SCADA-системы является глубокая интеграция средств разработки кода для уровня визуализации и уровня управления. Например, изменение в алгоритме управления процессом автоматически дублируется в программе отображения этого процесса [4]. В проекте реализована резервирование серверов, ПЛК и линий связи.

Приблизительный объем сигналов АСУ ТП УПСВ:

- Аналоговые входные сигналы: 250 шт.
- Аналоговые выходные сигналы: 15 шт.
- Дискретные входные сигналы: 200 шт.
- Дискретные выходные сигналы: 150 шт.

По интерфейсу RS-485 (Modbus) реализована связь со следующими локальными системами управления (порядка 600 сигналов):

- АСН – автоматизированная система налива.
- ПП – путевые подогреватели (печи).
- Факельная установка.
- БКНС – блочно-кустовая насосная станция.
- Система жизнеобеспечения.
- СИКГ – система измерения количества и показателей качества газа.
- СИКВ – система измерения количества воды.

Нефтеперерабатывающие станции (НПС) – это крупные промышленные объекты, которые поддерживают поток и давление нефти, обеспечивая необходимую пропускную мощность нефтепровода. Основными объектами автоматизации НПС являются:

- насосы;
- резервуарный парк;
- внутриобъектная сеть технологических нефтепроводов;
- узел учета нефти;
- приемо-пусковые блоки;
- очистные блоки;
- печи подогрева нефти;
- диагностическое оборудование;
- система очистки;
- система энергоснабжения;
- система пожарной безопасности.

Заказчик НПС: ПАО «Транснефть» – нефтепроводная компания, контролируемая государством.

Оператор магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. «Транснефть» – крупнейшая в мире нефтепроводная компания, владеет 68 тыс. км магистральных трубопроводов, более 500 перекачивающими станциями, более 24 млн кубометров резервуарных емкостей. Компания транспортирует 83% добываемой в России нефти и 30% произведенных в России нефтепродуктов. Протяженность магистральных нефтепроводов ПАО «Транснефть» составляет 50,8 тыс. км, нефтепродуктопроводов – 16,4 тыс. км. Поставщик НПС: АО «СКАД тех» [5] специализируется на разработке и внедрении комплексных решений в сфере автоматизации технологических процессов, производитель и интегратор передовых систем автоматизированного управления для нефтегазового сектора, горно-металлургической промышленности, энергетики, транспорта и инфраструктуры. Группа компаний «СКАД тех» имеет более 17 лет опыта работы в автомобильной промышленности и промышленной автоматизации, занимает прочную позицию на нефтяном и газовом рынке и является многолетним надежным партнером как для российских, так и для зарубежных компаний.

Пилотный проект на АСУ ТП НПС с применением оборудования В&R Automation выполнен в 2018 г. АО «СКАД тех».

Технологический процесс НПС характеризуется высокой степенью загруженности, более 350 дней в год, высокими требованиями к отказоустойчивости и вычислительным мощностям компонентов АСУ ТП.

Для применения в проектах АСУ ТП НПС выбрана флагманская модель ЦПУ ПЛК X20CP3586 с применением функций «горячего» резервирования ЦПУ.

Линии связи с удаленными корзинами ввода вывода также зарезервированы, в качестве сетевого протокола применен протокол реального времени Ethernet POWERLINK.

Рабочие станции человеко-машинного интерфейса могут масштабироваться в период увеличения парка полевого оборудования по требованиям заказчика.

Для стандартизации программных продуктов АСУ ТП НПС на оборудовании B&R Automation вендором разработано типовое программное обеспечение, ведется контроль версионности, производится сопровождение и регулярное обновление ПО [6].

Приблизительный объем сигналов АСУ ТП НПС:

- Аналоговые входные сигналы: 2000 шт.
- Аналоговые выходные сигналы: 100 шт.
- Дискретные входные сигналы: 4500 шт.
- Дискретные выходные сигналы: 2500 шт.

Библиографический список

1. Поставка автоматизированных групповых замерных установок. URL: <https://www.og.systems/o-kompanii/presscentr/novosti/postavka-avtomatizirovannyh-grupповых-zamernyx-ustanovok/> (дата обращения: 10.03.2022).

2. АГЗУ для ООО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ОРЕНБУРГ» в Оренбургскую область. URL: <http://domz.ru/ru/agzu-dlya-ooo-gazpromneft-orenburg-v-orenburgskuyu-oblast/> (дата обращения: 10.03.2022).

3. НЕФТЕПРОМАВТОМАТИКА. URL: <http://www.ipfnra.ru/> (дата обращения: 11.03.2022).

4. Википедия. Свободная энциклопедия. Распределенная система управления. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F (дата обращения: 19.03.2022).

5. SCADTECH – Комплексные решения в сфере управления технологиями. URL: <http://scadtech.ru/about/> (дата обращения: 10.03.2022).

6. Нефтегазовая промышленность: вебинар. URL: <https://www.br-automation.com/ru/akademija/vebinary/vebinar-neftegazovaja-promyshlennost/> (дата обращения: 11.03.2022).

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТАМОЖЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 658.5

К. А. Антипов

студент кафедры прикладной математики, информатики и информационных таможенных технологий
ИФ ГУАП

Ю. В. Рождественский – профессор, доктор физико-математических наук, научный руководитель

АИС УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Актуальность. Для поддержания успешной работы и уверенности на рынке необходима не только высококачественная продукция, но и непрерывный контроль технологических процессов, точный учет сырья, а также учет продаж и поставок. Внедрение информационных систем позволяет качественно выстроить весь процесс.

Управление материальными ценностями – это основа прибыльного бизнеса. Независимо от того, насколько честен сотрудник, отсутствие контроля может вызвать искушение украсть или пренебречь ответственностью. Кроме того, обладая вашими знаниями, вы сможете правильно оценить сроки доставки и требования к количеству следующей партии.

Конкурентоспособность очень важна для компании. За развитием стоят рабочая нагрузка, ответственность и риск, поэтому компании необходимо двигаться вперед и находить новые способы оптимизации работы и автоматизации управления бизнесом.

Автоматизация складского учета повлияла на качество и скорость наиболее важных складских процессов, что привело к совершенствованию систем управления и мониторинга движения материалов и информации на складах. Это достигается за счет внедрения новейших программных продуктов.

Автоматизация складского учета – это метод оптимизации бизнес-процессов склада путем внедрения специализированных программных продуктов.

Внедрение информационных систем на предприятии – сложный и многоплановый процесс. Существует несколько способов решения проблем, возникающих при реализации прав интеллектуальной собственности.

Успешная работа любого предприятия включает в себя комплексное влияние различных факторов и грамотное выполнение его основных функций. В то же время следует подчеркнуть, что правильный учет товаров можно отнести к одному из главных условий стабильной работы предприятия. Если оборудование на складе не учитывается, трудно обеспечить безопасность. Обычно с владельцем подписывается контракт, прежде чем доверить ему инвентаризацию материалов и оборудования компании. Хорошо организованный процесс учета материалов, находящихся на складах, является очень важной и необходимой частью организационной деятельности [1].

Почти вся работа в разных областях одинакова. Это связано с тем, что склады выполняют схожие функции в различных логистических процессах: временное размещение и хранение материальных запасов; преобразование материального потока (транспортировка, хранение); однако рабочие механизмы на конкретном складе имеют множество функций.

Прием товара на склад является важной частью технического процесса. Это делается финансовым персоналом для того, чтобы «принять» машину в соответствии с внутренними правилами. Это делается налоговыми органами в соответствии с настоящими правилами.

Дата приемки – это дата поступления материалов и оборудования на склад. Чем раньше вы получите материалы или оборудование недостаточного качества или количества, которые не соответствуют сопроводительным документам, тем меньше вероятность их повреждения и кражи. Если в про-

цессе приемки обнаруживается дефект, устанавливается определенный крайний срок для отправки запроса поставщику. Несоблюдение этих сроков может привести к убыткам, поскольку поставщик не сможет удовлетворить претензии.

Приемка материалов и оборудования на склад организации зависит от соответствия полученных материалов и оборудования, а также от сроков и условий контракта. Эти условия указаны в счетах поставщика, спецификациях, инвентаре, упаковочных этикетках и т. д. Отсутствие этих файлов или некоторых из них не помешает их принятию и приведет к фактической доступности. В этом случае счет-фактура содержит описание недостающих документов.

В установленный срок заведующий складом передает все складские документы в бухгалтерию. Обычно файлы отправляются каждый день, но не реже одного раза в неделю.

Одной из основных проблем организации склада является необходимость ускорения очереди, подтверждения заказа, доставки товаров и транспортных процессов, значительно сокращающих время от заказа до доставки.

Сокращение «времени отклика» позволяет сократить запасы, минимизировать процент потерь и повысить удовлетворенность и лояльность клиентов.

На многих промышленных и коммерческих предприятиях ежедневно происходит большое количество операций с товарами.

Именно поэтому представители малого и среднего бизнеса прилагают все усилия для обеспечения полноценной работы склада, чтобы в конечном итоге они могли управлять всеми бизнес-операциями с запасами.

В настоящее время руководители многих коммерческих организаций покупают специализированное программное обеспечение, с помощью компьютерных программ можно организовать правильную работу организации, в том числе складской учет.

При разработке каждого плана управления складом учитываются требования федеральных законов и стандартов бухгалтерского учета, что позволяет избежать корпоративных нарушений.

Процедуры по учету складских товаров позволяют систематизировать всю сферу бизнеса. Шаблон основного документа, созданный программистом, поможет сотрудникам склада сократить время на регистрацию товаров и перемещение бумаги.

Менеджеры коммерческих и промышленных организаций могут получать данные о количестве товаров на складе в любое время.

Автоматизация может повысить производительность и качество, а также сэкономить другое оборудование, материалы и затраты.

Обычно, когда менеджер розничного магазина рассматривает преимущества автоматизации склада, первое, что приходит на ум – это потенциальное снижение внутренних затрат, но это не единственная ценность. Автоматизация склада станет значительным улучшением в более широкой цепочке поставок, и, что наиболее важно, она позволит нам реализовать ранее невозможные и невообразимые стратегические решения и достичь стратегических целей. Ошибки автоматизации и неточное и неэффективное управление складом и логистикой могут привести к значительной потере денег и времени и даже к потере ключевых клиентов.

Таким образом, с точки зрения использования информационных технологий хранение и логистика являются одним из наиболее активных и перспективных направлений развития.

В табл. 1 представлен обзор программ и сервисов для малых предприятий с функцией учета склада [2].

Как уже упоминалось, плохое выполнение автоматизации, а также неправильное и неэффективное управление складом и логистикой могут привести к значительным потерям. Одной из причин может быть неправильный выбор программного обеспечения.

При выборе информационной системы автоматизации склада для малого и среднего бизнеса мы учитывали АСУ ТП «1С: УНФ» и «1С: Логистика: Управление складом», функции существующей системы, ее преимущества и недостатки [3].

Самой известной и наиболее распространенной является программа «1С: Логистика: Управление складом», которая позволяет управлять потоком товаров. Система предназначена для компаний, которые хотят оптимально управлять складскими операциями, оборудованием и персоналом.

Программы и сервисы для малых предприятий с функцией учета склада

Место	Программа /сервис	Цена	Простота освоения	Возможности функционала	Стабильность	Техническая поддержка	Общая оценка
1	«1С: Управление торговлей 8»	3	7	9	10	10	7,8
2	«1С: Логистика: управление складом».	9	8	6	9	8	8
3	«1С: УНФ»	9	8	10	10	10	9,4
4	«ИП: Торговый склад»	4	8	9	9	8	7,6
5	«Товар- Деньги- Товар»	3	7	7	7	7	6,2

Информационная система предприятия включает в себя связь, каналы, корпус носителя информации и технические средства информационной работы.

Однако ошибки автоматизации могут быть вызваны не только неправильным выбором IP-адреса, но и неправильно организованным процессом внедрения. Информационная система управления компанией должна включать:

1) целостностью информации во всех аспектах системы. Примечание определяется как отношение полученной информации к информации, требуемой или требуемой администратором. Поскольку наши знания относительны, невозможно достичь 100 %-ной целостности информации. Следует отметить, что стремление повысить целостность информации приводит к увеличению административных затрат и снижению эффективности;

2) полезность и ценность информации. Как уже упоминалось, данные представляют ценность для менеджеров только тогда, когда информация используется для принятия управленческих решений. Поэтому поток информации в системе управления должен быть направлен по определенному адресу, то есть конкретному сотруднику, который управляет устройством;

3) точность и достоверность информации. Принятие решений на основе неточных или ненадежных данных увеличивает риск совершения ошибок или принятия неправильных решений;

4) своевременность получения информации. Если информация не поступает вовремя, орган управления становится неактивным, когда объекту управления необходимо управлять действием;

5) агрегирование информации. Агрегируемость относится к надлежащему распределению информации между различными уровнями иерархии управления. Руководство более высокого уровня должно получать более полную информацию, а руководство более низкого уровня должно получать более подробную информацию. Примерами агрегируемости являются операционные, бухгалтерские и статистические системы учета. Статистические данные очень важны для принятия управленческих решений, а оперативный учет очень важен на уровне сотрудников веб-сайта компании;

6) актуальность информации. В условиях рыночной экономики технологии и технологии постоянно обновляются, а информация устаревает все быстрее и быстрее. Поэтому при принятии решений необходимо учитывать возраст информации и ее актуальность для определенных административных задач;

7) экономичность и эффективность обработки информации. Эффективность информационной подсистемы можно оценить, сравнив результаты управления с затратами на сбор, хранение, обработку, преобразование и передачу информации.

Кроме того, автоматизированная информационная система должна соответствовать нескольким техническим требованиям, таким как:

- скорость ввода, поиска и обработки информации;
- надежная защита от несанкционированного доступа к данным;
- регистрация деятельности персонала;

- простой в использовании интерфейс рабочего места;
- возможность разработки системы;
- высокая надежность эксплуатации.

В современном мире существует множество программных продуктов, которые можно использовать для оптимизации деятельности предприятий.

1С: Логистика: Программа управления складом – это автоматизированная система принятия решений и «мозг» современного складского комплекса. Она позволяет значительно повысить эффективность работы:

- оптимизировать складские площади;
- снизить затраты на хранение товаров на складе;
- сократить количество ошибочных складских операций;
- повысить точность учета продукции;
- внедрить продукт;

– уменьшить зависимость от человеческого фактора. Это подтверждается многими успешными внедрениями системы.

Программу можно эффективно использовать на складах всех размеров и типов, от небольших складов до крупных распределительных центров или складов готовой продукции промышленных предприятий различных отраслей промышленности.

Программа 1С: УНФ – это полностью готовая система для учета и управления малым бизнесом. Система выполняет только самые необходимые функции бухгалтерского учета, анализа, управления и планирования для предприятий, не занимающихся бухгалтерским учетом. Решение помогает повысить эффективность предприятий, предоставляет владельцам и менеджерам полный набор инструментов управления бизнесом и повышает эффективность работы сотрудников. Система не будет загружать ненужные функции и может быть легко настроена для функций управления и учета предприятия. Это делает повседневную работу удобной и комфортной.

1С: УНФ внедряет учет запасов и выполняет все складские операции.

Вы можете получить все описания количества и цен товаров, приобретенных на складе. В зависимости от типа склада поступление товаров осуществляется через счета-фактуры или заказы. Входящий счет-фактура – это документ, созданный на обычном складе (без заказа) для указания типа, спецификаций, количества и прайс-листа поставщиков, контрактов, складов и операций. После регистрации счета-фактуры вы можете распечатать этикетку и ценник.

Вы можете получить возможность перемещения запасов компании между складами, отделами и подразделениями. Передача доли – это своего рода документ, который может выдавать переводы, сборы за отмену, транзакции перевода и транзакции возврата.

Перемещение внутри ячеек – это документ, который управляет перемещением товаров между ячейками на складе. Он записывает перемещение из одной ячейки в несколько ячеек или из нескольких ячеек в одну ячейку. План предусматривает распределение товаров, ранее зарезервированных для заказов клиентов.

Продажа товаров означает возможность организации продажи товаров со склада компании с учетом предоплаты или планируемой скидки.

Счет-фактура расходов – это документ, созданный на обычном складе (без заказа), который создается на основе заказа покупателя, счета-фактуры на оплату или квитанции.

При продаже товаров со склада заказа в дополнение к комиссионному счету необходимо сформировать комиссионный заказ.

Складские запасы. Вы можете получить возможность использования утилит для своевременного учета товаров на складе.

Инвентаризация запасов отражает результат проверки фактического наличия товаров на складе. По результатам инвентаризации на складе создается инвентарная книга (в которую заносится излишек товаров, выявленный по результатам инвентаризации на складе) и дебет инвентаризации (в котором отражается обнаруженная недостача).

В дополнение к фактическим обнаруженным дефектам программа также может удалять товары со склада, например, по истечении срока годности.

Необходимо убедиться, что есть вся информация, необходимая для анализа запасов вашей организации и управления ими, включая формы отчетности. Отчеты об инвентаризации необходимы для количественного и совокупного анализа текущих поступлений грузов, отправок и запасов.

5. Дополнительные функции. Если на складе отрицательный баланс (товары есть в наличии, но их нет в базе данных), вы можете использовать поведение склада: инвентаризация, размещение запасов, учет запасов.

Практически в любой современной организации вы можете наблюдать тесное переплетение информационных технологий и бизнес-процессов для основных видов деятельности. Поэтому внедрение информационных систем оказалось серьезным изменением, которое часто затрагивает разные подразделения предприятия.

Качество внедрения стандарта 1С зависит от точного определения бизнес-процессов и требований заказчика на начальном этапе проекта и сочетания выбранного программного решения. Главная задача успешной автоматизации – минимизировать затраты, время и усилия при обеспечении необходимого уровня качества. Вот почему сочетание задач внедрения и управления проектами очень важно, потому что только правильная организация и управление проектами, а также использование эффективных методов внедрения 1С могут гарантировать успех.

Корпоративная 1С – обеспечивает высококачественное внедрение и дополнительную поддержку, определяет и поддерживает трудовые стандарты для партнеров, а также обеспечивает информационную поддержку. Эффективное функционирование системы пользователями; извлекать выгоду из использования программных решений.

Внедрение информационных систем на предприятии – сложный и многомерный процесс. Существует множество способов решения проблем, возникающих при реализации прав интеллектуальной собственности.

Современные процедуры складского учета грузов позволяют систематизировать всю операцию. Основной шаблон файла, разработанный программистами, помогает сотрудникам склада сократить время на бумажную регистрацию движения товаров.

Библиографический список

1. Черемисина Т. Н. К вопросу совершенствования систем автоматизации бухгалтерского учета // Ученые записки Тамбовского отделения РСОММУ. 2021. № 5. С. 201–209.
2. Superfin D. Advantages of the program «1С: Accounting» in accounting practice. *Ekonomika i sotsium [Economics and society]* 2020. no. 1-4 (14). P. 801–804.
3. Адылгазиева Д. Д. Автоматизация учета операций по материальным запасам на предприятии // Actualscience. 2019. Т. 2. № 2. С. 104–107.

Е. А. Бакайстудент кафедры прикладной математики, информатики и информационных таможенных технологий
ИФ ГУАП**А. В. Дагаев** – доцент, кандидат технических наук – научный руководитель

РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ В АНАЛИЗЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Модели, которые построены по данным, характеризующим один объект за ряд определенных последовательных периодов, называется моделями временных рядов. Существует множество моделей для предсказания временных рядов, рассмотрим некоторые из них.

Рассмотрим модель прогнозирования Facebook Prophet. Данная, доступный на Python, и R. Данная модель была разработана для прогнозирования большого числа различных бизнес-показателей и строит достаточно хорошие стандартные прогнозы. Также библиотека дает возможность, изменяя человеко-понятные параметры, улучшать прогноз и не требует от аналитиков глубоких знаний устройства предсказательных моделей. Для повышения точности прогнозов продаж важно понимать, что разные модели прогнозирования подходят для разных временных рядов с разными характеристиками. К сожалению, нет одной модели, которая бы подошла для расчета прогноза для всех ситуаций – типов временных рядов. По сути, это аддитивная регрессионная модель, состоящая из следующих компонент: $y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \epsilon_t$. Каждый уровень временного ряда может формироваться из трендовой (T), циклической или сезонной компоненты (S), а также случайной (E) компоненты. Рассмотрим подробнее характеристики. Сезонность временного ряда представляет собой компоненту, описывающую сезонные колебания анализируемой величины. Полный ряд – это ряд с данными как минимум за 1 полный цикл, то есть минимум за 12 месяцев, или за 4 квартала и можно выделить сезонность; Неполный ряд – это ряд с данными за полный цикл; Временной ряд с ростом – это ряд с тенденцией роста продаж от года к году. Рост может быть постоянный, затухающий, экспоненциальный и может меняться. Статичный временной ряд – это временной ряд, который не содержит роста; Построение аналитической функции при моделировании тренда, в любой задаче по эконометрике на временные ряды, называют аналитическим выравниванием временного ряда и в основном применяются функции: линейную, степенную, гиперболическую, параболическую и т. д. Параметры тренда определяются, как и в случае линейной регрессии методом МНК, где в качестве независимой переменной выступает время, а в качестве зависимой переменной – уровни временного ряда. Критерием отбора наилучшей формы тренда служит наибольшее значение коэффициента детерминации, критерии Фишера и Стьюдента [1].

Регрессионные модели

Регрессионные модели используется в регрессионном анализе, ей так можно сопоставить синонимы: «теория», «гипотеза». Эти термины пришли из статистики, в частности, из раздела «проверка статистических гипотез». Регрессионная модель, прежде всего, гипотеза, которая должна быть подвергнута статистической проверке, после чего она принимается или отвергается. Рассмотрим модели более подробно.

Алгоритм random forest – это множество решающих деревьев. В задаче регрессии их ответы усредняются, в задаче классификации принимается решение голосованием по большинству. Все деревья строятся независимо по следующей схеме: Регрессионная модель $f(w, x)$ – это параметрическое семейство функций, задающее отображение: $f: W \times X \rightarrow Y$, где $w \in W$ – пространство параметров $x \in X$ – пространство свободных переменных, Y – пространство зависимых переменных. Так как регрессионный анализ предполагает поиск зависимости математического ожидания случайной величины от свободных переменных $E(y) = f(x)$, то в ее состав входит аддитивная случайная величина ϵ : $y = f(w, x) + \epsilon$.

Предположение о характере распределения случайной величины, например w , называют гипотезой порождения данных. Эта гипотеза играет центральную роль в выборе критерия оценки качества модели и, как следствие, в способе настройки параметров модели. Модель является настроенной (обученной) когда зафиксированы ее параметры, то есть модель задает отображение $f : X \rightarrow Y_f$. Для фиксированного значения x выбирается «подвыборка» обучающей выборки размера samplesize (m б. с возвращением) – по ней строится дерево (для каждого дерева – своя «подвыборка»).

Для построения каждого расщепления в дереве просматриваем max_features случайных признаков (для каждого нового расщепления – свои случайные признаки). Выбираем наилучший признак и расщепление по нему (по заранее заданному критерию). Дерево строится, как правило, до исчерпания выборки (пока в листьях не останутся представители только одного класса), но в современных реализациях есть параметры, которые ограничивают высоту дерева, число объектов в листьях и число объектов в «подвыборке», при котором проводится расщепление. Понятно, что такая схема построения соответствует главному принципу «ансамблирования» (построению алгоритма машинного обучения на базе нескольких, в данном случае решающих деревьев): базовые алгоритмы должны быть хорошими и разнообразными (поэтому каждое дерево строится на своей обучающей выборке и при выборе расщеплений есть элемент случайности) [2].

Gradient Boosting – это метод машинного обучения для задач регрессии, классификации и других задач, которые создают модель прогнозирования, обычно деревьев решений. Когда дерево решений сложно обучать, используется данный метод, который обычно эффективнее метода `randomforest`. Он строит модель поэтапно, и обобщает их, позволяя оптимизировать произвольные дифференцируемые функции потерь. Как и другие boosting-методы, метод GradientBosting объединяет «сложно обучаемые» деревья решений в одно «легко обучаемое» дерево решений итеративным способом. Это проще всего объяснить с помощью метода регрессии наименьших квадратов, цель которого – «научить» модель F прогнозировать значение формы $\hat{y} = F(x)$, минимизируя среднеквадратичную ошибку

$$\frac{1}{n} \sum_i (\hat{y}_i - y_i)^2$$
, где i индексы некоторой базы данных для обучения размерности n фактических значений выходной переменной y : y_i = прогнозируемое значение $F(x)$; y = наблюдаемое значение; n = количество образцов в y .

Принцип работы GradientBoostingRegressor можно рассмотреть на примере с M количеством этапов. На каждом этапе m ($1 \leq m \leq M$) метода предположим наличие некоторой несовершенной модели F_m . Для низкого значения m эта модель может просто вернуть $\hat{y}_i = \underline{y}$ где RHS – среднее значение y . Чтобы улучшить F_m наш алгоритм должен добавить новую оценку $h_m(x)$. Таким образом: $F_{m+1}(x) = F_m(x) + h_m(x) = y$, или, что то же самое, $h_m(x) = y - F_m(x)$. Следовательно, GradientBoosting подгонит h к остаточному, то есть $y - F_m(x)$.

Как и в других вариантах методов оптимизации, каждый F_{m+1} пытается исправить ошибки F_m . Обобщение этой идеи на функции потерь, отличные от квадратичной ошибки, а также на задачи классификации и ранжирования следует из наблюдения, что остатки $h_m(x)$ для данной модели – отрицательные градиенты функции потерь среднеквадратичной ошибки (MSE):

$$L_{MSE} = \frac{1}{2} (y - F_m(x))^2, \quad h_m(x) = -\frac{\partial L_{MSE}}{\partial F} = y - F_m(x).$$

Таким образом, GradientBosting может быть использован для алгоритма градиентного спуска, и его обобщение влечет за собой «включение» другой потери и ее градиента [2].

Регрессия опорных векторов – SVR

Регрессия опорных векторов – это модель машинного обучения, в которой для прогнозирования непрерывной переменной используется машина опорных векторов, алгоритм классификации. В то время как модели линейной регрессии минимизируют ошибку между фактическими и прогнозируемыми

значениями с помощью линии наилучшего соответствия, SVR удается подобрать лучшую линию в пределах пороговых значений, иначе приемлемый предел погрешности. Это трубка, содержащая допустимую погрешность нашей модели, где любые ошибки внутри трубки наименее важны. Однако учитываются точки за пределами трубы, а расстояние между точкой и самой трубкой измеряется и обозначается как опорный вектор. По сути, SVR позволяет нам выбирать, насколько наша модель терпима к ошибкам, через приемлемый предел погрешности и через допуск выхода за пределы погрешности. Формулировку задачи SVR часто лучше всего трактовать с геометрической точки зрения. Аппроксимлируемую функцию с непрерывными значениями можно записать в виде уравнения:

$$y = f(x) = w \cdot x + b = \sum_{j=1}^M w_j x_j + b, y, b \in R, x, w \in R^M.$$

Для многомерных данных мы увеличиваем x на единицу и включаем b в вектор w в простую математическую запись и получаем многомерную регрессию в уравнении:

$$f(x) = [w \ b]^T [x \ 1] = w^T x + b, w \in R^M$$

SVR формулирует эту задачу аппроксимации функции как задачу оптимизации, которая пытается найти самую узкую трубку с центром вокруг поверхности, минимизируя ошибку прогнозирования, то есть расстояние между прогнозируемым и желаемым выходными данными. Первое условие дает целевую функцию в уравнении: $\min_w \frac{1}{2} \|w\|^2$, где $\|w\|$ – величина вектора нормали к аппроксимлируемой поверхности.

LinearRegression – это модель зависимости переменной x от одной или нескольких других переменных (факторов, регрессоров, независимых переменных) с линейной функцией зависимости. Линейная регрессия относится к задаче определения «линии наилучшего соответствия» через набор точек данных и стала простым предшественником нелинейных методов, которые используют для обучения нейронных сетей [3].

KNeighborsRegressor – модель используется для классификации и регрессии. В обоих случаях входные данные состоят из k ближайших обучающих примеров в наборе данных. Результат зависит от того, используется ли k -NN для классификации или регрессии. В классификации k -NN выходом является принадлежность к классу. Объект классифицируется множеством «голосов» его «соседей», причем объект назначается классу, наиболее распространенному среди его ближайших k «соседей» (k – положительное целое число, обычно небольшое). Если $k = 1$, то объект просто присваивается классу этого единственного ближайшего «соседа». В регрессии k -NN выходом является значение свойства объекта. Это значение является средним из значений k ближайших «соседей». k -NN – это тип классификации, при котором функция аппроксимируется только локально, а все вычисления откладываются до оценки функции. Поскольку этот алгоритм основан на расстоянии для классификации, если признаки представляют разные физические единицы или имеют совершенно разные масштабы, то нормализация обучающих данных может значительно повысить его точность.

Примеры обучения – это векторы в многомерном пространстве признаков, каждый из которых имеет метку класса. Фаза обучения алгоритма состоит только из сохранения векторов признаков и меток классов обучающих выборок. На этапе классификации k – это определяемая пользователем константа (контрольная точка), которая классифицируется путем присвоения метки, наиболее часто встречаемой среди k обучающих выборок, ближайших к этой точке запроса. Обычно используемой метрикой расстояния для непрерывных переменных является евклидово расстояние. Для дискретных переменных, например, для классификации текста, можно использовать другую метрику, например, метрику перекрытия (или расстояние Хэмминга). В контексте данных микроматрицы экспрессии генов, например, k -NN использовался с коэффициентами корреляции, такими как Пирсон и Спирмен, в качестве показателя.

Недостаток базовой классификации «большинством голосов» возникает, когда распределение классов искажено. То есть примеры более частого класса имеют тенденцию доминировать в предсказании нового примера, потому что они имеют тенденцию быть общими среди k ближайших «соседей»

из-за их большого количества. Одним из способов решения этой проблемы является взвешивание классификации с учетом расстояния от контрольной точки до каждой из ее k ближайших «соседей». Класс (или значение в задачах регрессии) каждой из k ближайших точек умножается на вес, пропорциональный обратной величине расстояния от этой точки до контрольной точки. Другой способ преодоления перекоса – абстракция в представлении данных. Например, самоорганизующаяся карта (SOM), каждый узел является представителем (центром) кластера подобных точек, независимо от их плотности в исходных обучающих данных. Затем к SOM можно применить K-NN, что является частным случаем баллонной оценки плотности ядра с переменной полосой пропускания и однородным ядром.

Наивную версию алгоритма легко реализовать, вычислив расстояния от тестового примера до всех сохраненных примеров, но это требует больших вычислительных ресурсов для больших обучающих наборов. Использование приближенного алгоритма поиска ближайшего соседа делает k-NN вычислительно управляемым даже для больших наборов данных. Многие алгоритмы поиска ближайшего соседа были предложены на протяжении многих лет; они, как правило, стремятся сократить количество фактически выполняемых оценок расстояния. Алгоритм ближайшего соседа имеет некоторые сильные результаты согласованности. Поскольку количество данных приближается к бесконечности, двухклассовый алгоритм k-NN гарантированно дает частоту ошибок не хуже, чем удвоенная частота ошибок Байеса (минимально достижимую частоту ошибок с учетом распределения данных).

Различные улучшения скорости k-NN возможны с помощью графов близости.

$$\text{Верхняя граница частоты ошибок составляет } R^* \leq R_{kNN} \leq R^* \left(2 - \frac{MR^*}{M-1} \right).$$

Метод CatBoostRegressor основан на основе градиентного «бустинга» работает с числовыми признаками. Градиентный «бустинг» – это метод машинного обучения, который создает решающую модель прогнозирования в виде ансамбля слабых моделей прогнозирования, обычно деревьев решений. Он строит модель поэтапно, позволяя оптимизировать произвольную дифференцируемую функцию потерь. Если у нас в наборе данных присутствуют не только числовые, но и категориальные признаки (англ. categorical features), то необходимо перевести категориальные признаки в числовые. Это приводит к искажению их сути и потенциальному снижению точности работы модели. Именно поэтому было важно разработать алгоритм, который умеет работать не только с числовыми признаками, но и с категориальными напрямую, закономерности между которыми этот алгоритм будет выявлять самостоятельно, без ручной «помощи». Поэтому была использована библиотека CatBoost для градиентного «бустинга», главным преимуществом которой является то, что она одинаково хорошо работает «из коробки» как с числовыми признаками, так и с категориальными. Программное обеспечение разработано по методологии SCRUM. Алгоритм работы следующий: для каждого документа имеется набор значений признаков, имеется дерево, в вершинах дерева – условия. Если условие выполнено, осуществляется переход в правую ветвь вершины, иначе в левую. Нужно пройти до листа по дереву в соответствии со значениями признаков для документа. На выходе каждому документу соответствует значение листа, что является конечным результатом. Идея «бустинг» – подхода заключается в комбинации слабых (с невысокой обобщающей способностью) функций, которые строятся в ходе итеративного процесса, где на каждом шаге новая модель обучается с использованием данных об ошибках предыдущих. Результирующая функция представляет собой линейную комбинацию базовых, слабых моделей. Таким образом, при достаточно большом количестве деревьев, можно сильно уменьшить ошибку, однако надо учитывать, что чем больше деревьев, тем дольше обучается модель и в какой-то момент прирост качества становится незначительным. Градиентом функции ошибки является производные по всем значениям функции.

В ходе выполнения работы были использованы методы машинного обучения, проведено сравнение эффективности существующих моделей прогнозирования на открытых финансовых данных компании Apple. Были рассмотрены ключевые понятия, связанные с машинным обучением. Рассмотрены такие характеристики временных рядов как, сезонность, рост, прогнозирование. Выполнен анализ регрессионных моделей, дано их описание,

Применен ряд моделей регрессии, RandomForestRegressor, GradientBoostingRegressor, SVR, KNeighborsRegressor, CatBoostRegressor на языке программирования Python, реализованы модели ARIMA в программе для анализа данных KNIME. Проведено сравнение эффективности данных моде-

лей с помощью метрики *mae* и коэффициента Пирсона, при этом использованы финансовые данные компании Apple. В результате исследования наиболее эффективной моделью с точки зрения точности предсказания явилась модель градиентного бустинга CatBoost, следует отметить, что подобные модели получили широкое распространение при построении торговых роботов и имеют хорошую предсказательную способность. Менее точными оказались модели: линейной регрессии, K-средних, случайного леса, опорных векторов, подгонки аддитивных регрессионных моделей Prophet и другие. Результаты работы моделей представлены на рис. 1. Следует отметить, что с использованием коэффициента Пирсона наилучший результат показала модель GradientBoostingRegression. И далее в порядке убывания эффективности - Facebook Prophet, SVR, LinearRegression, KNeighborsRegressor, RandomForestRegressor, CatBoostRegressor, что представлено на рис. 2. Диаграмма сравнения коэффициентов корреляции моделей подтверждает данные предыдущего графика точности.

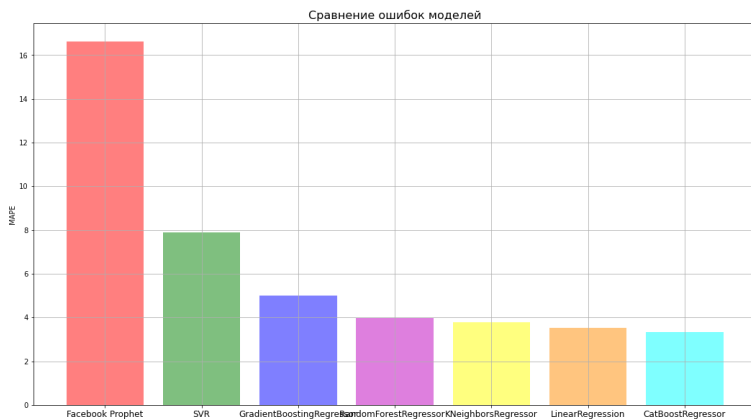


Рис. 1. Диаграмма сравнения ошибок моделей в месячный период

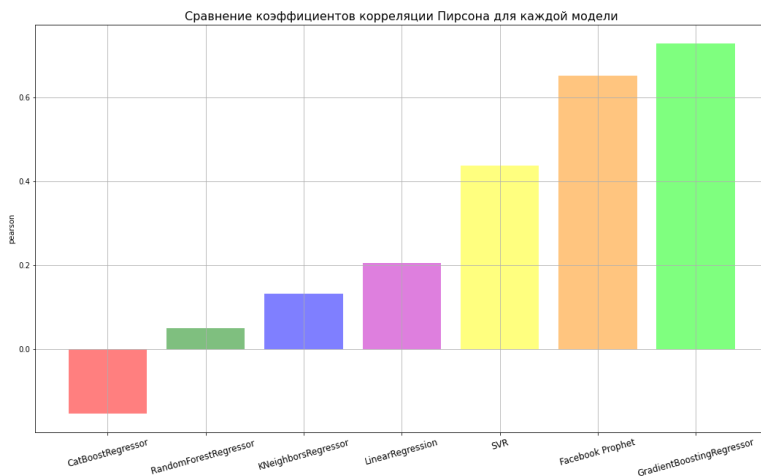


Рис. 2. Диаграмма сравнения коэффициентов корреляции моделей в месячный период

Также был произведен анализ роста ошибки mse с увеличением количество предсказанных дней для модели RandomForest, можно сделать вывод, что ошибка растет экспоненциально и зависима от предыдущего результата. Следует отметить, что возможна реализация анализа данных и прогнозирования поведения акций с применением платформы KNIME [4 – 6]. Также возможно использование своих подпрограмм, написанных на популярных языках программирования, таких как Python, C++, Java в качестве функциональных блоков внутри данной платформы.

Библиографический список

1. Эконометрика: учебник / Под ред. И. И. Елисеевой. М.: Финансы и статистика, 2002. 344 с.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Вильямс, 2016. 912 с.
3. Бокс Д., Дженкинс Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление. М.: Мир, 1974. 406 с.
4. ETL Tool Comparison: KNIME vs Alteryx. URL: <https://analytikaplus.ru/knime-vs-alteryx/> (дата обращения: 15.04.2022).
5. Гурьева Т. Н. Возможности аналитической платформы Knime. Материалы XIII Международной научно-практической конференции. В 3 ч. СПб., 2021. С. 191–199.
6. Сардарова М. Д. Обзор аналитической платформы KNIME. Молодежный научно-технический вестник. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. 15 с.

УДК 004.42

В. А. Веселов

студент кафедры прикладной математики, информатики и информационных таможенных технологий ИФ ГУАП

Р. А. Коваленко – старший преподаватель – научный руководитель

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ SPA-ПРИЛОЖЕНИЙ

Все web-приложения делятся на одностраничные – Single Page Application (SPA) и многостраничные (MPA). Single Page Application – это тип веб-приложения, в которых нужного кода происходит на одну страницу, что дает возможность сэкономить время, которое затрачивалось на повторную загрузку одних и тех же элементов. Приложение SPA – это «приложение одной страницы», состоящее из одного HTML-документа постоянно взаимодействующее с клиентом. SPA появилось в 2010 г. как среднее звено между сайтом и приложением.

Принцип работы SPA-приложения



Рис. 1. Принцип работы SPA-приложения

При переходе между вкладками Single Page Application динамически изменяет текущую страницу подгружая запрашиваемую информацию, и не загружает новые страницы с сервера. Пользовательский опыт сравним с полноценными программами благодаря архитектуре позволяющая загружаться быстрее. SPA встречается нам каждый день, одни из самых известных это: VK, Gmail, Twitter – наиболее активно технология используется в соц. сетях, службы доставки.

Главная особенность архитектуры SPA заключается в следующем, все элементы, которые необходимы для исправной работы программы располагаются на одной странице. Все они загружаются при первичном запуске приложения. SPA приложения отправляет AJAX-запрос на сервер, что позволяет обратиться к серверу оставаясь при этом на странице. Все дополнительные модули данный вид приложений догружает только после запроса пользователя. Сервер может отдать практически любой тип данных в формате JSON. Для удобства взаимодействия при использовании приложения на другом браузере, вкладке или устройстве фиксируется вся активность пользователя. Все это позволяет редактировать содержание страницы без перезагрузки.

Когда догружаются новые модули в SPA контент в приложении изменяется частично. Неизменяемые элементы не целесообразно загружать еще раз, поэтому они не подвергаются редактированию. За счет этой возможности сокращается объем передаваемых данных между браузером и сервером, что увеличивает скорость ответа. Технически SPA находится на одной странице, но часто для него надо разработать несколько экранов с элементами (рис. 1).

Преимущества Single Page Applications

1. Доступность информации. Приложение SPA дает возможность получить моментальный доступ к функционалу с любого устройства.

2. Кроссплатформенность. При наличии доступа к интернету использовать SPA приложения можно практически на каждом устройстве. Также качественный разработчик при разработке интерфейса реализует поправку на разрешение, то использование приложений будет удобно и на ПК, и на смартфоне.

3. Потенциал задействовать большие объемы данных. Размер приложения и используемых им данных не ограничен памятью устройства.

4. Скорость. Наличие всех необходимых данных на одной странице экономит время на повторную загрузку уже используемых элементов и повышает производительность работы.

5. Возможность выбора. Разработчикам доступно множество Фреймворков. Их задача упростить создание архитектуры проекта и предоставить доступ к множеству уже готовых к работе элементов.

6. Непрерывность использования. Благодаря быстрому переключению страницы в SPA, работа в нем напоминает работу в нативном приложении.

7. Поддержка разработчиком. В SPA приложениях легче находить и исправлять ошибки, а обновления, связанные с исправлением таковых, может производить напрямую разработчик.

На практике SPA-приложения – это полноценная программа, только работающая в браузере. Архитектура дает инструменты для реализации множества функций.

Недостатки SPA

1. Постоянное интернет-соединение. SPA приложения требуют постоянного доступа к сети. Если десктопное программное обеспечение использует внешние базы данных, то все равно доступ к интернету необходим.

2. Оптимизация. Особенности SPA делают невозможным индексацию поисковыми приложениями всех модулей приложения, что и создает трудности с оптимизацией.

3. Безопасность. Требуется дополнительное обеспечение безопасности от кросс-скриптовых атак.

4. Первая загрузка. Загрузка всех данных при начальном посещении происходит гораздо медленнее чем на многостраничных сайтах.

5. Множество технологий. Наличие большого количества технологий создает проблемы при поддержке. Необходимо учитывать совместимость с различными браузерами. Использование Фреймворков сопряжены с риском зависимости от компаний, которые занимаются поддержкой используемой технологии.

6. Стоимость. В данной технологии много нюансов из-за этого стоимость разработки выше, чем у многостраничных. Требуется знать JS и использовать Фреймворки, необходимы более дорогие разработчики и технологии, а из-за большого количества технологий найти специалиста для поддержки проекта будет затруднительно.

Пять самых популярных Фреймворков для одностраничных приложений

1. Angular

Angular веб-Фреймворк, который позволяет JavaScript интегрироваться с HTML и CSS. В 2016 году компания Google выпустила данный Фреймворк для занятия активной позиции в области кроссплатформенной разработке. Важным плюсом Фреймворка является высокая производительность, которую обеспечивает компонентная архитектура, которая обеспечивает высокую степень для дальнейшего использования элементов во всем SPA-приложении. Angular также использует предварительный рендеринг на стороне сервера, это дает гарантию, что практически всем поисковым системам дают доступ к содержимому приложения, а приложения для социальных сетей корректно отображают преью сайта. Фреймворк используется такими компаниями как Google, Microsoft и YouTube.

2. React

React это библиотека JavaScript с открытым исходным кодом, в которую входит компилятор JSX, направленный на пользовательский интерфейс и предоставляет возможность к созданию повторно используемых компонентом. Из этого следует, что React предоставляет решение, ориентированное на пользовательский интерфейс. Использование Virtual DOM дает React оптимизированные решения для SEO без сильных потерь для высокого уровня производительности и гибкости.

Само программирование на React для разработчиков считается точным и удобным, гарантирующим стабильность программного кода, за счет многократного использования компонентов и однонаправленный поток данных.

Однако, минусом React является ограниченность за счет того, что React лишь библиотека JavaScript. Из этого следует, что Фреймворк больше подходит для разработки небольших приложений, так как выбор инструментов осложнен. Данный Фреймворк использует компания, владеющая WhatsApp.

3. Vue

Vue.js считается самым прогрессивным Фреймворком. Важной особенностью которого является возможность интегрировать с уже готовыми проектами и библиотеками JavaScript. Vue дает двустороннюю привязку данных, рендеринг на стороне сервера, поддержку TypeScript и JSX. Архитектура Фреймворка больше похожа на Angular за счет основы, построенной на компонентах. Данные функции для удобства объединены в единый пакет, который дает возможность Vue стать лучше, чем React или Angular по размеру и производительности. Направлением Vue является быстрая разработка кроссплатформенных решений. Им обеспечивается основа сложных SPA и где важнейшее значение дается производительности, качественная организация кода или структура приложения. На GitHub Vue признан самым популярным в 2020 году, за счет бурного роста в последний год. Его используют Stack Overflow, GitLab, Adobe.

4. Метеор

Метеор используется при создании веб- и мобильных приложений – важной особенностью использование для этого одного и того же кода. У него изоморфная экосистема, позволяющая создавать веб-приложения в режиме реального времени при этом все работы могут производиться с нуля. Он может интегрироваться с другими Фреймворками, такими как, Vue и Angular. Метеор в основном используют Deloitte, Nordstrom, Accenture.

5. Backbone

Backbone.js в основном используют для разработки SPA и клиентского софта. В библиотеку Фреймворка входят более 100 расширений, что дает удобство при выполнении сложных функций при наличии меньшего количества кода. Разработчик может из-такого количества расширений выбирать самые эффективные инструменты для своего проекта – опираясь на необходимые потребности и требования. Backbone.js используют Airbnb, Drupal, Trello.

Одностраничные приложения идеально подходят для создания активных платформ с наличием небольших объемов данных. Также они подойдут при необходимости сделать основу для создания мобильного приложения с будущей доработкой. Такая архитектура хорошо подходит для социальных сетей и различных закрытых сообществ, для которых оптимизация при работе с поисковыми системами не имеет большого значения.

Одностраничные приложения выгодны при создании быстрого сайта с многофункциональным интерфейсом, использующим небольшой объем данных. На сегодняшний день SPA используются как дополнительные сервисы для привлечения потенциальных клиентов компании, что повышает лояльность потребителя и узнаваемость бренда. Также их можно использовать в качестве основного источника дохода – предоставляя уникальную функциональность за установленную цену.

Библиографический список

1. Что такое SPA – приложения. URL: <https://wezom.com.ua/blog/chto-takoe-spa-prilozheniya> (дата обращения: 22.04.2022).
2. Frontend Frameworks Popularity. URL: <https://gist.github.com/tkrotoff/b1caa4c3a185629299ec234d2314e190> (дата обращения: 20.04.2022).
3. Single Page Application: как работает сайт-приложение. URL: <https://thecode.media/spa/> (дата обращения: 29.04.2022).
4. Твое первое SPA на React: основные концепции и разработка. URL: <https://proglib.io/p/tvoe-pervoe-spa-na-react-osnovnye-konceptcii-i-razrabotka-2020-01-13>то такое SPA, MPA и PWA. Плюсы и минусы популярных подходов к построению сайтов. URL: <https://www.azoft.ru/blog/spa-mpa-pwa/> (дата обращения: 20.04.2022).

УДК 654.171+ 004.353.254.

А. П. Викторова

студентка кафедры прикладной математики, информатики и информационных таможенных технологий ИФ ГУАП

А. А. Сорокин – старший преподаватель – научный руководитель

ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЯ С КОМПЬЮТЕРА НА NEXTION ENHANCED NX8048K050 ПОСРЕДСТВОМ ARDUINO В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Введение

В настоящее время все больше и больше людей задумываются об автоматизации бытовых процессов, таких как освещение, управление электроприборами, обеспечение безопасности жилища. Сейчас технологии позволяют в любой момент из любого места проверить состояние жилья. Это крайне удобное решение особенно для тех людей, которые вынуждены оставлять свой дом на долгое время, например, отправляясь в путешествие или командировку. Экраны линейки Nexion идеально подходят для подобных задач благодаря возможности настройке индивидуального интерфейса под любую задачу и обратному отклику. В качестве контроллера была выбрана плата Arduino Uno из-за ее простоты и доступности.

Дисплей NX8048K050

Дисплеи Nexion – это универсальная система человеко-машинного интерфейса, которую можно совместить с любой управляющей платформой. Настраивается через интегрированную среду разработки Nexion Editor.

Дисплеи Nexion (рис. 1) имеют полезное свойство: их экран не передает объемные графические данные туда-сюда, а вычисляет их самостоятельно. Это позволяет снизить нагрузку на канал. На борту умных дисплеев имеются встроенные микроконтроллеры с тактовой частотой от 48 МГц до 108 МГц, которые обеспечивают быстрое действие при отрисовке различных компонентов на экране. У HMI-дисплеев Nexion у есть 8 портов ввода-вывода.



Рис. 1. Дисплей NX8048K050

Экран NX8048K050 обладает следующими характеристиками:

– Диагональ: 5,0 дюймов;

- Разрешение: 800x480;
- Тачскрин: резистивный;
- Процессор: 108 МГц;
- Flash: 32 Мб;
- Количество цветов: 65536 [1].

Пропорциональное уменьшение размеров экрана

Существуют несколько способов уменьшить размер изображения, такие как метод ближайшего соседа, аффинные преобразования, суперсемплинг, свертки. Каждый способ имеет свои преимущества и недостатки. В данном случае был выбран метод ближайшего соседа, так как требует меньше всего вычислений, по сравнению с другими способами, такими как суперсемплинг, свертки, метод аффинных преобразований.

Метод ближайшего соседа

Самый быстрый и примитивный метод. Для каждой точки конечного изображения выбирается одна точка исходного, наиболее близкая к ее положению с учетом масштабирования (рис. 2). В результате применения такого метода пикселизованное изображение при увеличении и сильно зернистое изображение при уменьшении (рис. 3).



Рис. 2. Принцип действия метода ближайшего соседа



Рис. 3. Результат применения метода ближайшего соседа

Уменьшение цветности изображения

Современные 24-битные мониторы поддерживают отображение 16 777 216 цветов, используя при этом 256 значений каждого канала RGB, а 16-битный экран дисплея NX8048K050 в 256 раз меньше – всего лишь 65536 цветов при использовании 32 значений каналов R и B, и 64 значения канала G. Это связано с тем, что человеческий глаз больше чувствителен к зеленой части спектра, чем к другим. Необходимо уменьшить цветность изображения на мониторе, прежде чем передать его на дисплей

Nextion, чтобы значительно снизить размер передаваемых данных и тем самым повысить скорость передачи данных.

Для уменьшения количества цветов можно воспользоваться алгоритмом «подтягивания» цвета из палитры True Color (24 бит) к цветам палитры High Color (16 бит). Алгоритм «подтягивания» цвета (рис. 4) выглядит следующим образом: цвета из палитры High Color и True Color раскладываются на отдельные каналы RGB. Затем программа вычисляет ближайший цвет High Color, исходя из пропорций $y = 32x/256$ для каналов R и B, и $y = 64x/256$ для канала G, где x – значение цвета True Color, y = искомое значение цвета High Color. Пример такой работы приведен на рис. 5.

Данный алгоритм работает только один раз при запуске программы, сохраняя в памяти массив соответствий цветов двух палитр: High Color и True Color; причем каждому цвету High Color соответствует 256 цветов True Color. При передаче изображения программа ищет пару для цвета True Color и выполняет замену. Обработка и замена цвета происходит после уменьшения разрешения изображения, таким образом, максимально снижается нагрузка на потоковый канал.

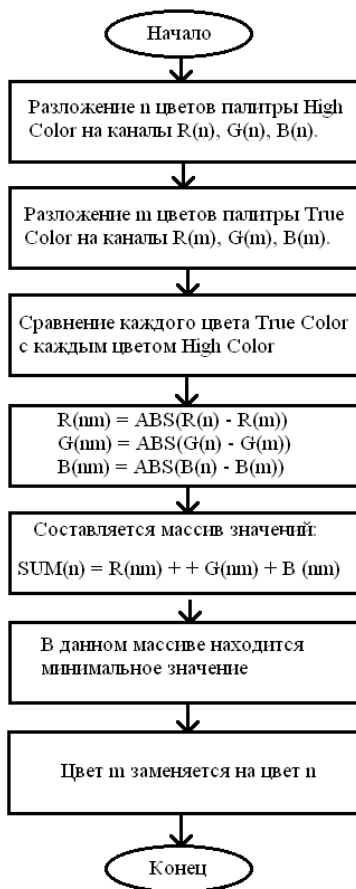


Рис. 4. Алгоритм уменьшения цветности



Рис. 5. Пример работы алгоритма

Выводы

Подводя итоги, можно сказать, что передача изображения с монитора компьютера на экран Nextion не является такой простой задачей, как может показаться на первый взгляд. При запуске программы вычисляется массив соответствий цветов. В процессе передачи изображения задействовано множество алгоритмов, которые оперируют большими объемами данных, поэтому велика вероятность длительной задержки. В дальнейшем планируются работы по оптимизации передачи данных, например, использование готового массива соответствий цветов, вычисленного заранее, а не во время запуска программы.

Библиографический список

1. Nextion – сенсорные HMI-дисплеи с собственным мозгом. URL: <https://amperka.ru/page/nexion-hmi-smart-displays> (дата обращения: 09.03.2022).
2. Ликбез: методы ресайза изображений. URL: <https://habr.com/ru/post/243285/> (дата обращения: 09.03.2022).
3. Преобразование 24-битного изображения в 16-битное и 8-битное. Вывод на светодиодную матрицу. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ebd73d6fce1527a111c230d/60bd2d74b30d1d1ae90f97f7> (дата обращения: 09.03.2022).
4. RGB пространство цветовой квантизации-уменьшить количество цветов. URL: <https://russianblogs.com/article/5154150340/> (дата обращения: 09.03.2022).
5. Подключение дисплеев Nextion, программирование и прошивка через Editor. URL: <http://wiki.amperka.ru/продукты:nexion> (дата обращения: 25.05.2022).

Е. Н. Долгов

студент кафедры прикладной математики, информатики и информационных таможенных технологий
ИФ ГУАП

Р. А. Коваленко – старший преподаватель – научный руководитель

**ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ
И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ. СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

В последнее время вычислительная техника уже почти подошла к пределу миниатюризации внутренних компонентов. Поэтому добиться прироста производительности становится все труднее. Следовательно, встает вопрос о том, как определить узкое место системы, сделать ПО более оптимальным и легким для исполнения и как предоставить ему эту возможность.

Всем известно, что аппаратные части вычислительной системы предоставляют возможности и задают ограничения исполняемых программ.

Базовым шагом стало применение интегральных микросхем, когда удалось избавиться от проводов и снизить энергопотребление. Чем меньше размер транзистора, тем быстрее передача сигнала и меньше энергопотребление, а также увеличение количества элементов на одинаковой площади, что ведет к росту эффективности.

Вычислительные системы делятся на микроконтроллерные и микропроцессорные. В микроконтроллере процессор, оперативная память и запоминающее устройство миниатюризованы и расположены на одном кристалле. В микропроцессорных системах все элементы расположены дискретно. Микроконтроллер имеет небольшое энергопотребление и несильно чувствителен к количеству пересылаемых данных, следовательно, область применения микроконтроллеров – это простая или миниатюрная техника, не требующая больших вычислительных мощностей. Модель микроконтроллера определяется его рядом задач и его узкое место это – оптимизация ПО.

Микропроцессорная система больше мощнее и обладает широкими возможностями за счет периферии, но это создает большое количество узких мест.

Уменьшение размера элементов микропроцессора работало, начиная с 1971 по 2006–2010 гг., когда коммерческие процессоры обеспечивали прирост производительности в основном за счет уменьшения техпроцесса. Но когда пришло время перейти на 45 нм классическая УФ литография с длиной волны в 193 нм, которая применяется и сейчас для обычной микроэлектроники, не могла обеспечить без ухищрений. Для дальнейшей миниатюризации для производства пришлось применять множественное экспонирование, но это увеличивает процент брака. Увеличение самого кристалла увеличивает риск ошибки при производстве, поэтому просто увеличивается количество кристаллов в готовом решении. Считается, что при отбраковке свыше 30 % производство убыточно. Понадобился метод EUV-литографии – очень дорогой лазер, использующий другие принципы. Другая неприятная особенность уплотнения транзисторов большие утечки тока, что тормозит их миниатюризацию (рис. 1).

Чтобы иметь возможность качественного и относительно недорогого производства все мировое производство микропроцессоров было связано с небольшим кругом компаний. ASML – единственная компания, производящая оборудование для современной литографии. По состоянию на 2019 г. 14-нанометровые и 10-нанометровые чипы находятся в массовом производстве Intel, UMC, TSMC, Samsung, Micron, SK Hynix, Toshiba Memory и GlobalFoundries, а менее 7-нанометровые чипы массово производятся только TSMC и Samsung (рис. 2).

Именно с периода 2006–2010 гг. начались инновации, которые открыли новые возможности и стали обязательными элементами систем:

- 1) многоядерность и многопоточность, конвейеризация позволившие одновременное исполнение нескольких инструкций если они не мешают друг другу и не зависят друг от друга;
- 2) добавление сопроцессоров, которые справляются с определенным рядом задач;
- 3) совершенствование периферии.

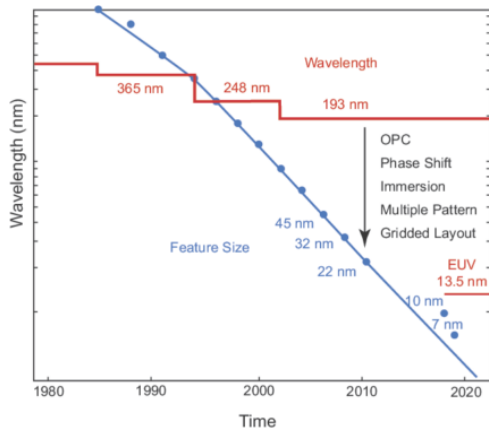


Рис. 1. График, показывающий зависимость длины волны лазера (слева), времени внедрения техпроцесса (снизу)

Микропроцессоры уже не самое узкое место машин на архитектуре фон Неймана и не единственное место, где применяются транзисторы, они так же применяются в оперативной памяти, портативных и быстрых запоминающих устройствах.

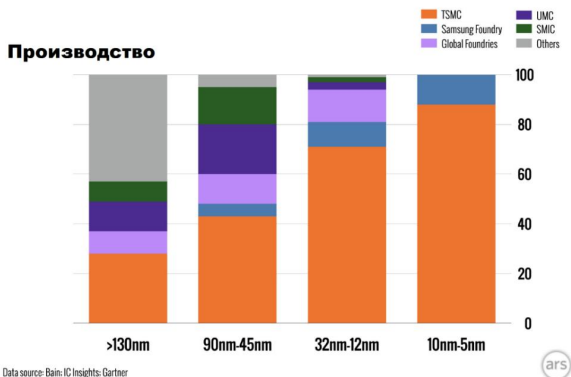


Рис. 2. Уровень производства чипов компаниями за 2019 г.

Узкими местами можно назвать пересылку, запись и чтение данных. Проблема записи и чтения данных из памяти решается установкой SSD – твердотельной памяти на транзисторах. Она стремительно вытесняет жесткие диски с роли места для установки операционной системы, как более быстрая и надежная. К минусам относятся большая дороговизна на единицу памяти в среднем более 3–4 раз, вторая и самая главная проблема ограниченное количество перезаписи и время жизни, вычисляемое по формуле:

$$\text{Срок службы}_{\text{год}} = \frac{\text{Объем (ГБ)} * \text{кол-во циклов перезаписи}}{n > 100 \text{ (приблизительный объем перезаписываемых данных в день)}}$$

Проблема пересылки данных активно решается в настоящий момент использованием процессорного кэша для уменьшения количества обращений к оперативной памяти. А также путем использования новых интерфейсов и протоколов. Например, слот M2 на плате позволяет подключить SSD к PCI 4.

Аппаратная оптимизация не заканчивается только на создании устройств, она продолжается на уровне программных протоколов. Например, алгоритм оптимизации работы жестких дисков способен быстро вывести SSD из строя.

В архитектуре фон Неймана узкими местами являются оперативная память и процессор, но современные методы обработки способны буквально обойти его. Технология Directstorage позволяет процессору напрямую обращаться к запоминающему устройству, а технология Smart Access Memory от AMD позволяет видеокарте напрямую общаться с диском или процессором, который ограничен обращением напрямую к 256МБ видеопамяти. Эти технологии, используя особенности новых материнских плат, предоставляют разработчикам дополнительные возможности оптимизации.

До сих пор мы говорили только о возможностях, которые нам предоставляют производители. Главное уметь использовать эти возможности.

Несмотря на возможности и особенности современных комплектующих, главная роль в обходе узких мест, реализации возможностей, оптимизации работы и иногда даже регуляции спроса влияют разработчики приложений.

В первую очередь на работоспособность влияет алгоритм. Сложность алгоритма – первое что влияет на скорость его исполнения. Необходимо заострить внимание на иерархии памяти и стиле написания, который компилятор легко оптимизирует и транслирует в быстрый исполняемый код.

Все знают, что нужно выбирать хорошие алгоритмы с наименьшей сложностью и избегать с высокой временной сложностью. Но эти сложности оценивают выполнение алгоритма на теоретической машине. В зависимости от оптимизации на реальных машинах теоретически плохой алгоритм может выполняться быстрее теоретически хорошего.

Система памяти образует иерархию устройств хранения (рис. 3) с разными емкостями, стоимостью и временем доступа. Регистры процессора хранят часто используемые данные. Кэш процессора, служат буферными зонами, хранящими фрагмент данных, из относительно медленной оперативной памяти. Оперативная память служит буфером для медленных жестких дисков.

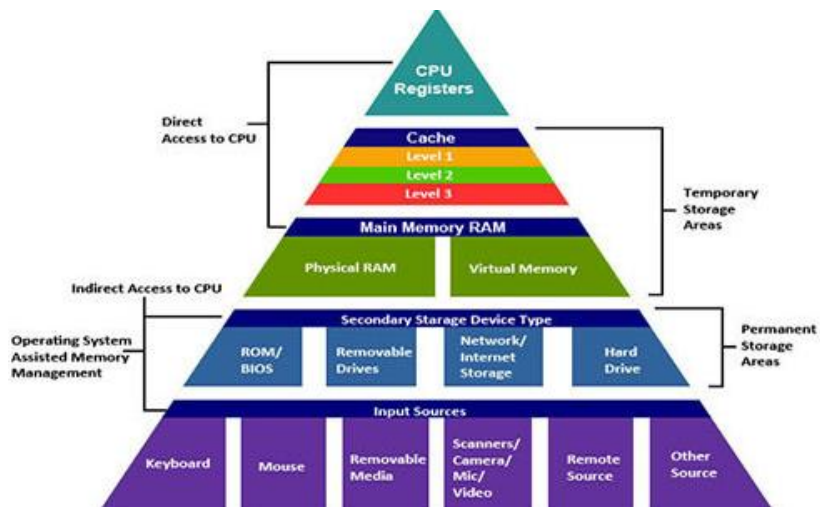


Рис. 3. Иерархия памяти

Среднее время доступа к элементам иерархии памяти

Тип кэша	Время доступа (такт)	Размер
регистры	0	варьируется
L1	4	32 KB
L2	10	256 KB
L3	50	8 MB
Оперативная память	200	По выбору
Буфер диска	100.000	64 MB
Жесткий диск	1.000.000	По выбору

Из табл. 1 видно, что получить данные из оперативной памяти занимает 200 тактов, а из кэша первого уровня 4 такта – это в 50 раз быстрее. Если хороший алгоритм часто трогает память, а плохой алгоритм размещает свои данные в кэше, хороший алгоритм может выполняться медленнее плохого. Также один алгоритм может выполняться на процессоре хуже, чем такой же. К примеру, алгоритм вносит зависимость данных тогда он не может загрузить конвейер процессора.

Представим, что нужно реализовать очередь целых чисел, и новые элементы могут добавляться в любую позицию. Выбора два: массив и связный список. Чтобы добавить элемент в середину массива, нужно сдвинуть вправо половину массива, что занимает линейное время. Чтобы добавить элемент в середину списка, нужно пройти по списку до середины, что занимает линейное время. Можно подумать, что раз сложности у них одинаковые, то лучше выбрать список. Тем более список может расти без ограничения, а массив придется расширять, когда он заполнится.

Допустим, очередь длиной 1000 элементов мы реализовали обоими способами. И нам нужно вставить элемент в середину очереди. Элементы списка хаотично разбросаны по памяти, чтобы обойти 500 элементов, нам понадобится $500 \cdot 200 = 100\,000$ тактов. Массив расположен в памяти последовательно, что позволит нам наслаждаться скоростью кэша первого уровня. Используя несколько оптимизаций, мы можем двигать элементы массива, тратя 1–4 такта на элемент. Мы сдвинем половину массива максимум за $500 \cdot 4 = 2000$ тактов, то есть быстрее в 50 раз.

Если все добавления были в начало очереди, реализация со связным списком более эффективна. Если какая-то доля добавлений была бы в середину очереди, реализация массива могла стать лучшим выбором. Мы тратили бы такты на одних операциях и сэкономили такты на других. И в итоге могли остаться в выигрыше.

Вернемся к конвейеру и конвейеризации, о которых говорилось выше. Компилятор сам оптимизирует код для использования его на конвейере, но изменяет только «безопасные» участки. На пути компилятора встают несколько препятствий: указатели, ветвление, зависимость данных и вызовы функций, так как они могут оказывать глобальное влияние.

В итоге можно подытожить, что для лучшей оптимизации исполняемого кода приложения компилятором требуется:

- 1) использование более эффективных алгоритмов;
- 2) использование иерархии памяти, избавление от лишних обращений к памяти;
- 3) уменьшение ветвления и замена условной передачи управления условной передачей данных для улучшения результата предвыборки инструкций процессором во время исполнения;
- 4) сокращение числа переходов в коде: например, использование встраивания функций или размотки цикла позволяет во многих случаях ускорить выполнение программы ценой увеличения размера кода;
- 5) перенос больших вычислений во внутренний цикл;
- 6) использовать разассоциацию для уменьшения зависимостей;
- 7) код и данные, доступ к которым необходим в ближайшее время, должны быть размещены рядом друг с другом в памяти, чтобы следовать принципу локальности;
- 8) распараллеливание операций.

Даже несмотря на все эти оптимизации остаются проблемы, которые все-таки придется оптимизировать вручную. Для этого используются профилировщики, которые отслеживают ресурсы, время вызова и работы функций, их результат. Помимо этого, они могут помочь найти скрытые и забытые объекты. Две наиболее частые проблемы, которые решают разработчики:

Утечка ресурсов – памяти, дескрипторов и т. д. Несмотря на то, что проблема решается сборщиками мусора, однако эффективнее делать это вручную так как сборщик требует остановки приложения, поиска и выставление флагов объектов для удаления и только потом их удаления.

Использование конкретной части данных. Вычислительная система физически не может оперировать сразу всеми ресурсами. Поэтому разработчики выбирают часть данных, которая обрабатывается в настоящий момент. Например, при работе с графикой обрисовывается только то, что видно на экране с фиксированной частотой так как мониторы имеют четкие ограничения по частоте обновления. То, что не видно должно проходить упрощенные этапы физики и отрисовки.

Как пример хорошей оптимизации можно назвать игру Crash Bandicoot на PlayStation 1. Каждый уровень игры занимает примерно 10–11 МВ в то время как размер оперативной памяти приставки чуть меньше 1МВ при этом эффекта перехода практически нет.

В итоге мы пришли к выводу, что подошли к пределу качественного роста производительности при настоящем уровне технического процесса. Транзисторы 5–7 нм технологии – это предел для коммерческих процессоров на сегодня. Требуется увеличивать эффективность исполнения используя имеющиеся возможности.

Первая проблема – это второй закон Мура. Он гласит, что с ростом тех процесса стоимость фабрик также растет экспоненциально. Чем меньше техпроцесс, тем дороже и сложнее оборудование для производства и его обслуживания, любые допуски и погрешности способны испортить устройство. Считается, что при отбраковке свыше 30 % производство убыточно. Производить такую электронику позволяет только глобализация производства в руках узкоспециализированной компании.

Вторая проблема – законы физики. Чем ближе транзистор к атомному размеру, тем больше на него влияет квантовая физика. Классический транзистор перестает работать так как база не работает, и ток течет беспрепятственно. Даже космическое излучение способно влиять на работу.

Поэтому для уменьшения тех. процесса необходимо одновременное применение других – квантовых устройств и других материалов. Тогда мы возвращаемся к первой проблеме – их цена сделает их невозможными для коммерции. Поэтому, чтобы качественный рост снова стал возможным, необходимо, чтобы новые принципы подкрепились инженерными решениями по разумной цене.

Исходя из вышесказанного единственная возможность получить прирост производительности сейчас и по разумной цене:

- 1) это применение новых архитектур, за счет чего сейчас и дается больший прирост эффективности;
- 2) увеличение количества ядер и специализированных сопроцессоров;
- 3) совершенствование периферийных устройств;
- 4) программная оптимизация совместной работы устройств.

Третья проблема обусловлена временем перехода на следующее поколение методов производства транзисторных систем. Эта проблема – оптимизация и реализация потенциала. Для повышения эффективности исполнения приложений разработчикам необходимо соблюдать требования написания кода с целью снизить влияние узких мест, а компилятор смог пересобрать алгоритм, чтобы тот смог максимально эффективно загрузить конвейер процессора при этом учитывая влияние системы иерархии памяти.

Библиографический список

1. Studyguide for Computer Systems. A Programmers Perspective by Bryant, Randal E., ISBN 9780130340740.
2. Реймонд Э. Искусство программирования для Unix. 2005., ISBN 5-8459-0791-8.
3. Быстродействие динамической оперативной памяти. URL: <https://habr.com/ru/post/281929/> (дата обращения: 21.05.2022).

УДК 681.5+330

А. В. Рыжов

студент кафедры прикладной математики, информатики и информационных таможенных технологий
ИФ ГУАП

А. А. Сорокин – старший преподаватель – научный руководитель

АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ DRV8825, A4988, TB6560 И TMC2208 В 3D-ПРИНТЕРЕ НА БАЗЕ PRUSA I3 STEEL V2

В современном мире все больше набирают популярность устройства 3D-печати, в частности 3D-принтеры. Для качественной печати необходимо, чтобы экструдер (машина для придания смеси гомогенной консистенции и выдавливания ее либо ее полимерного расплава через экструзионную насадку) перемещался с определенной точностью, зависящей от толщины слоя. Чтобы добиться такой точности, необходимо использовать драйверы шаговых двигателей с маленьким микрошагом. В данной статье проведено сравнение 4 различных шаговых двигателей и анализ целесообразности их применения в 3D-принтере на базе Prusa i3 Steel v2.

Для начала рассмотрим конструктивную особенность рамы 3D-принтера, в частности перемещение экструдера по вертикальной оси z . Шаговый двигатель, расположенный снизу платформы, вращает ходовой винт, с помощью которого двигается трапецеидальная гайка, поднимая и опуская площадку с экструдером [1]. Таким образом, зная расстояние между витками ходовых винтов, толщину слоя печати и шаг двигателя, можно посчитать минимальный микрошаг для точной работы принтера. В Prusa i3 Steel v2 используются ходовые винты M5, шаговые двигатели Nema 17 17HS3401 [1]. Получается, что расстояние между витками равно 0,7 мм [2], а шаг двигателя 1,8 градусов [3, С. 4], толщину печати примем равной 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6 мм. Тогда посчитаем необходимую точность для печати.

Пусть толщина слоя t , расстояние между витками s , шаг двигателя g , а f количество шагов для поднятия экструдера на расстояние равное толщине слоя. В таком случае, для поднятия экструдера на толщину слоя нам необходимо повернуть ходовой винт на t/s оборота, а для этого повернуть вал двигателя на $360 \cdot (t/s)$ градусов. Чтобы выяснить сколько шагов потребуется для поворота ходового винта на $360 \cdot (t/s)$ градусов, надо поделить кол-во градусов на шаг двигателя $(360 \cdot (t/s))/g$, в конечном итоге получаем количество шагов f , необходимое для расчета точности. Для удобного подсчета и сравнения результатов вычисления составим табл. 1.

Таблица 1

Вычисляемые характеристики

t мм	s	g	t/s	$360 \cdot (t/s)$	f
0.1	0.7	1.8	1/7	51.5	28.6
0.2	0.7	1.8	2/7	102.9	57.2
0.3	0.7	1.8	3/7	154.3	85.7
0.4	0.7	1.8	4/7	205.7	114.2
0.5	0.7	1.8	5/7	257.1	142.8
0.6	0.7	1.8	6/7	308.5	169.7

Получив результаты вычисления количества шагов f , необходимого для расчета точности, начинаем высчитывать максимально приближенное значение количества шагов для поворота ходового винта на необходимый градус для драйверов шаговых двигателей с микрошагом 1/16 и 1/32 (табл. 2).

Таблица 2

Точность для микрошага

f	1/16	1/32
28.6	28.625 (+0.025)	28.59375 (-0.00625)
57.2	57.1875 (-0.0125)	57.1875 (-0.0125)
85.7	85.6875 (-0.0125)	85.6875 (-0.0125)
114.2	114.1875 (-0.0125)	114.1875 (-0.0125)
142.8	142.8125 (+0.0125)	142.8125 (+0.0125)
169.7	169.6875 (-0.0125)	169.6875 (-0.0125)

Получаем среднее отклонение 0,0146 шага для 1/16 и 0,0115 для 1/32, что равняется 0,026 градуса для 1/16 и 0,021 градуса для 1/32 соответственно. Зная, что за оборот ходового вала экструдер перемещается на 0,7мм, то разница в перемещении будет составлять 51 нм для 1/16 и 40,8 нм для 1/32. Таким образом, разница в точности перемещения будет составлять 10,2 нм.

Рассматривая с расстояния наилучшего зрения (25 см) две точки, нормальный человеческий глаз будет их различать, если расстояние между ними будет не менее 0,1 мм, в противном случае он будет считать их одной точкой [4, С. 24]. Исходя из этого можно сделать вывод, что разница в толщине в 10,2 нм будет не видна человеческому глазу. Для сравнения драйверов шаговых двигателей составим таблицу с их характеристиками и ценами на момент начала 2022 г.

Таблица 3

Стоимость драйвера

Драйвер шагового двигателя	Микрошаг	Цена на территории РФ	Цена на Aliexpress	Цена на eBay
DRV8825	1/32	750,0 Р	220,0 Р	\$4,3
A4988	1/16	300,0 Р	110,0 Р	\$2,0
TB6560	1/16	800,0 Р	500,0 Р	\$10,5
TMC2208	1/16	1 000,0 Р	400,0 Р	\$4,6

Из табл. 3 видно, что самым целесообразным решением будет использование драйвера шагового двигателя A4988. Он вдвое дешевле более точного DRV8825 и втрое дешевле TB6560 и TMC2208 с аналогичным микрошагом, значит их использование при наличии A4988 не целесообразно.

Результаты этого исследования наглядно демонстрируют, что расчет минимально необходимой точности помог подобрать драйвер с оптимальной ценой и техническими характеристиками. Как итог использование драйвера шагового двигателя A4988 в 3D-принтере на базе Prusa i3 Steel v2 является самым оптимальным решением.

Библиографический список

1. Инструкция по сборке 3D-принтера Prusa i3 Steel v2. URL: https://3d-diy.ru/upload/iblock/f3b/Instruksiya_po_sborke_P3S_V2.1.pdf (дата обращения: 16.04.2022).
2. Шаг резьбы основной и мелкий у болтов и гаек. URL: <https://krepcom.ru/blog/poleznye-sovety/shag-rezby-osnovnoy-i-melkiy-u-boltov-i-gaek/> (дата обращения: 16.04.2022).
3. Характеристики шагового двигателя 17hs3401 / Все о двигателе. Сборник информации о двигателях различных модификаций. URL: <https://avtika.ru/harakteristiki-shagovogo-dvigatelya-17hs3401/> (дата обращения: 16.04.2022).
4. Гурвич С. М. Водоподготовка. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1961. 240 с.

УДК 519.713.5

М. С. Смирновстудент кафедры прикладной математики, информатики и информационных таможенных технологий
ИФ ГУАП**А. А. Сорокин** – старший преподаватель – научный руководитель**ВНЕДРЕНИЕ АГРЕССОРА В МОДЕЛЬ МНОЖЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ОРГАНИЗМОВ
НА ОСНОВЕ КЛЕТЧОЧНОГО АВТОМАТА**

Клеточный автомат – дискретная модель, изучаемая в математике, теории вычислимости, физике, теоретической биологии и микромеханике. Представляет собой сетку произвольной размерности, каждая клетка которой в каждый момент времени может принимать одно из конечного множества состояний, что в нашем случае позволяет создавать условия с неограниченным количеством параметров, а точнее множественных популяций [1].

В рамках модели множественных популяций, для прогнозирования развития различных популяций часто используют виды-агрессоры, так как когда другие виды не претендуют друг на друга, смоделировать можно лишь небольшой момент во времени, и тот отражает только начало моделирования. Система быстро приходит в стабильное состояние, в самой сложной исследуемой модели стабильное состояние наступило за 40 ходов, что несоизмеримо мало, для прогнозирования на длительное время. Результат работы этой модели можно увидеть на рис. 1, 2 и 3.

Агрессор будет добавлен в программу с клеточным автоматом, в котором никакие популяции не претендуют на клетки друг друга и захватывают лишь пустые клетки с шансом 50%. Для реализации описанного алгоритма была разработана система, позволяющая создавать неограниченное количество популяций, поэтому будут показаны тесты разных вариаций. Созданная улучшенная программная модель с добавлением агрессора должна повысить невероятную реалистичность моделирования. Агрессор работает по следующим правилам: каждая клетка вне зависимости от ее текущей принадлежности проверяет на то, сколько клеток определенной популяции вокруг нее. Если их 3 или больше, то клетка номинально захватывает точку с шансом, который вычисляется путем генерирования псевдослучайного от 0 до 100, и сравнения его с числом 100 ($10 \cdot$ количество подобных клеток вокруг). Если псевдослучайное число больше, чем второе, тогда клетке присваивается популяция.

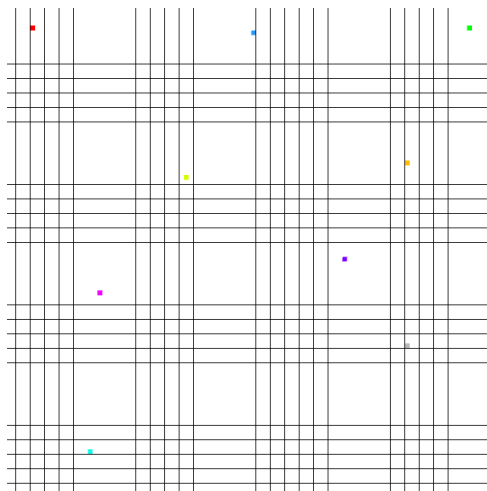


Рис. 1. Стартовые точки для моделирования

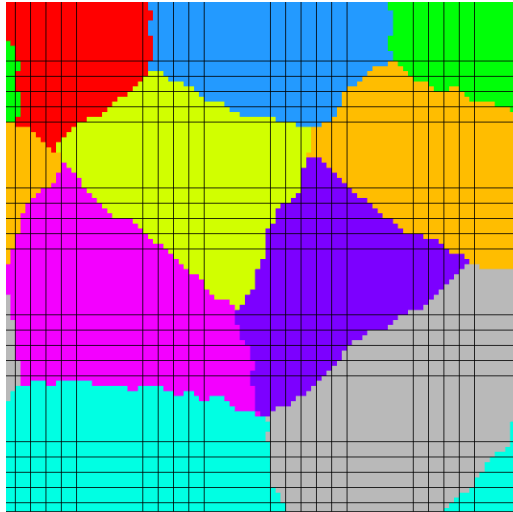


Рис. 2. Модель, пришедшая в стабильное состояние

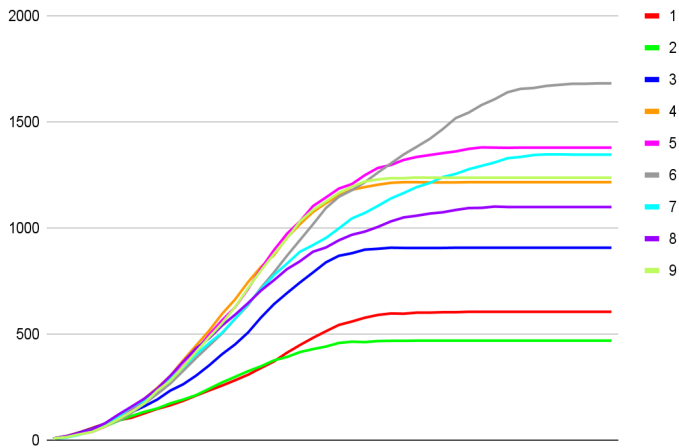


Рис. 3. Размерность популяций в течение времени (45 ходов для прихода в стабильное состояние)

Такие проверки идут по всем агрессивным особям, и в итоге клетку захватывает та популяция, чье сгенерированное псевдослучайное число больше.

Будет рассмотрена модель, в которой все популяции на поле действуют агрессивно. При подобных правилах, они могут существовать длительное время, а иногда становится относительно стабильными.

Так как количество популяций в программном продукте может быть выбрано любое количество, их количество будет меняться от меньшего к большему.

Первый тест будет проведен на полотне 25 на 25 с тремя популяциями.

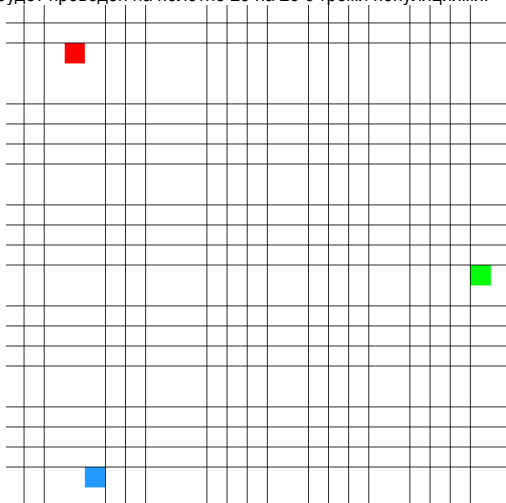


Рис. 4. Стартовые позиции популяций

После короткого промежутка времени, все пустые клетки занимают три популяции. В динамике можно заметить постоянный шум на границах популяций, из-за непрекращающейся борьбы за клетки.

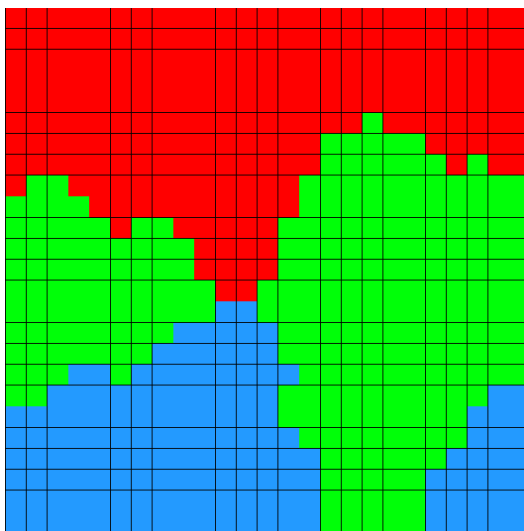


Рис. 5. Полотно спустя короткий промежуток после запуска

Спустя некоторое время, зеленая популяция начала сходится с обеих сторон, все больше захватывая территорий, это можно увидеть на рис. 6.

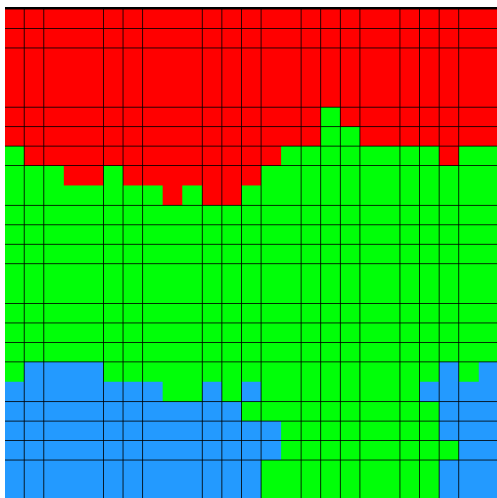


Рис. 6. Полотно спустя некоторый промежуток времени

По итогу синяя популяция была полностью поглощена зеленой. Это связано с тем, какие позиции в начале смогла занять зеленая популяция. Синяя оказалась зажата зеленой популяцией со всех сторон, отчего шансы оборонять свои клетки становилось меньше. Красная популяция же заняла верхнюю позицию, и равномерно граничила с зеленой, поэтому она имела возможность давать равномерный отпор зеленой популяции, и модель пришла в относительную стабильность. Как в конце наблюдений полотно выглядело можно увидеть на рис. 7.

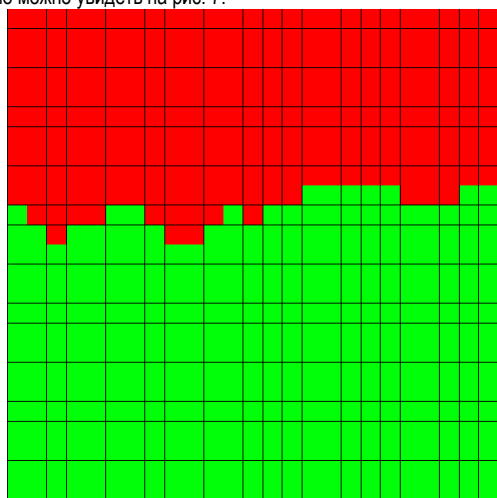


Рис. 7. Полотно в конце наблюдения

В следующее наблюдение будет проходить на полотне размером 30 на 30, и будет включать в себя 6 популяций.

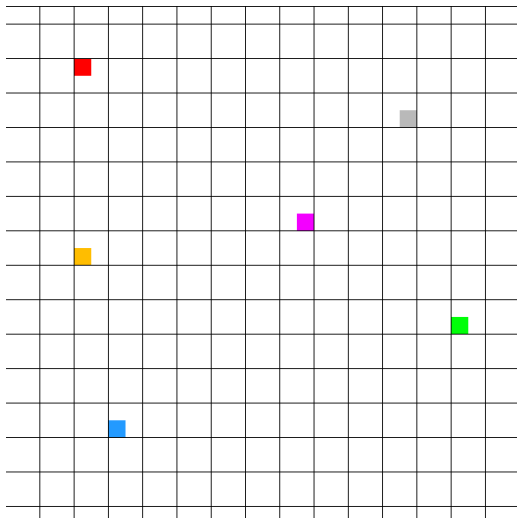


Рис. 8. Стартовые позиции популяций на полотне

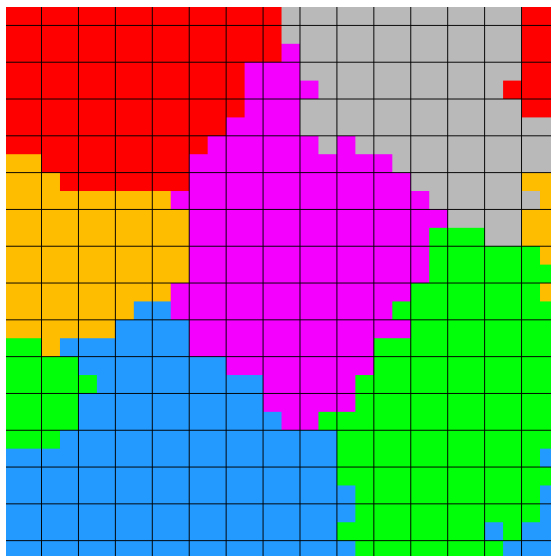


Рис. 9. Полотно после того, как все свободны клетки были заняты

При подобном позиционировании, самыми нежизнеспособными популяциями оказались оранжевая и фиолетовая, которые покинули полотно практически одновременно.

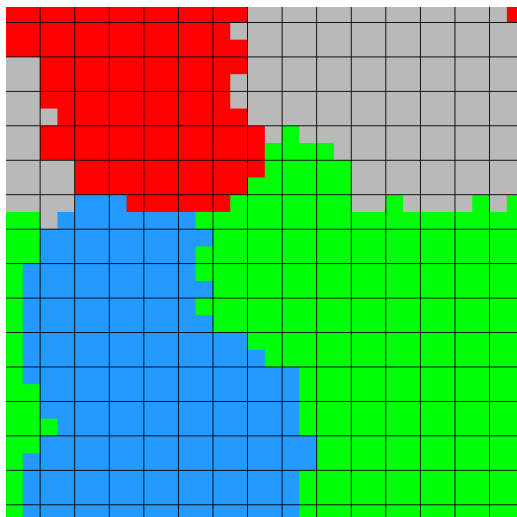


Рис. 10. Полотно после поглощения оранжевой и фиолетовой популяций

После поглощения двух популяций, система стала относительно стабильной, так как в течении более сотни шагов, ситуация на поле практически не изменилась.

Стоит заметить, что стабильность системы не означает то, что модель будет всегда находится в подобном состоянии. Это означает, что система длительное время не меняла своих основных параметров, и лишь чередует определенные паттерны что мы видели ранее.

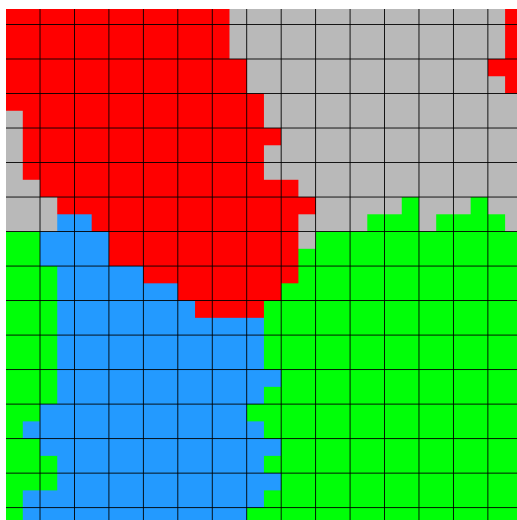


Рис. 11. Полотно в конце наблюдений

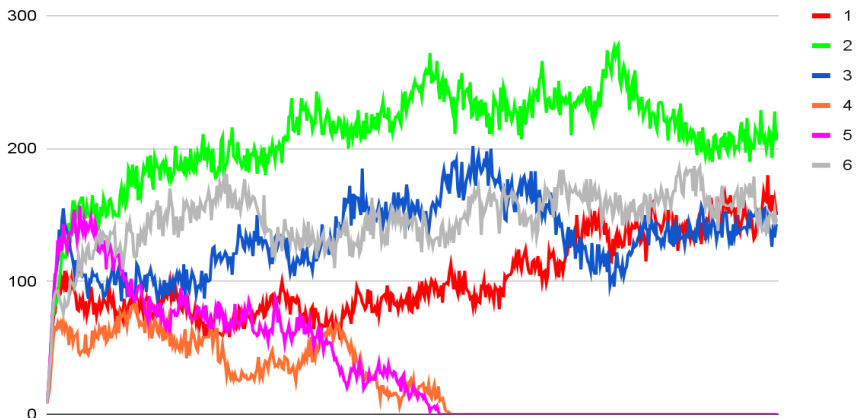


Рис. 12. График размерности различных популяций

В результате 2 из 6 наблюдаемых популяций были поглощены, а остальные пришли в относительно стабильное состояние, иногда перетягивая первенство у друг друга. Последнее тестирование было проведено на поле 50 на 50 клеток с 17 популяциями.

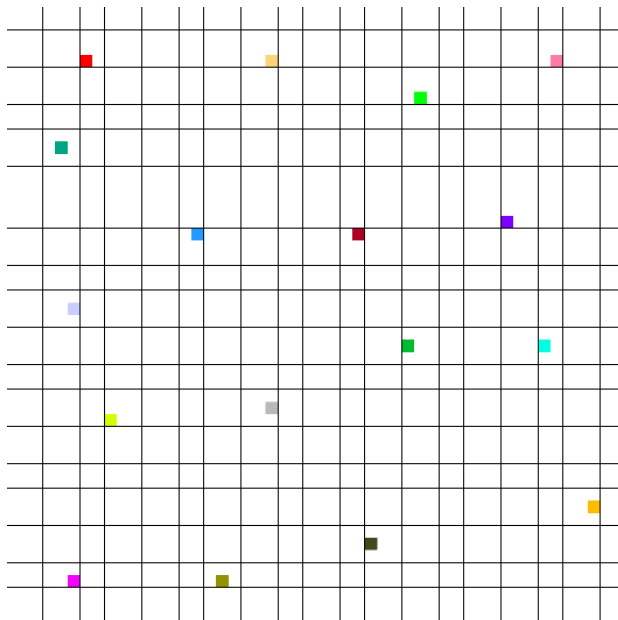


Рис. 13. Стартовые позиции популяций на полотне

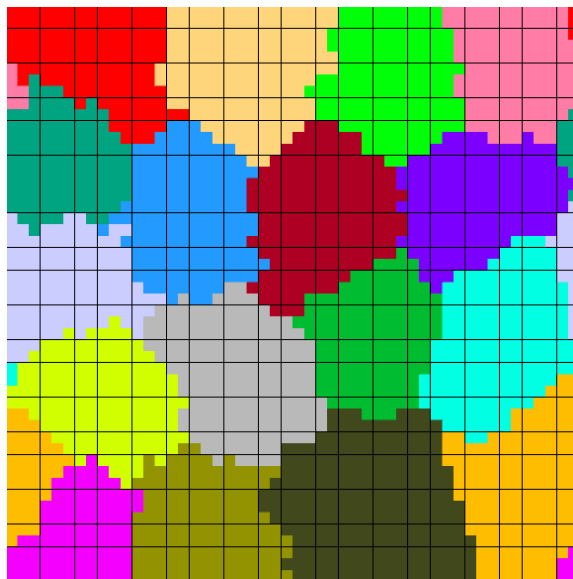


Рис. 14. Полотно после того, как не осталось ни одной свободной клетки

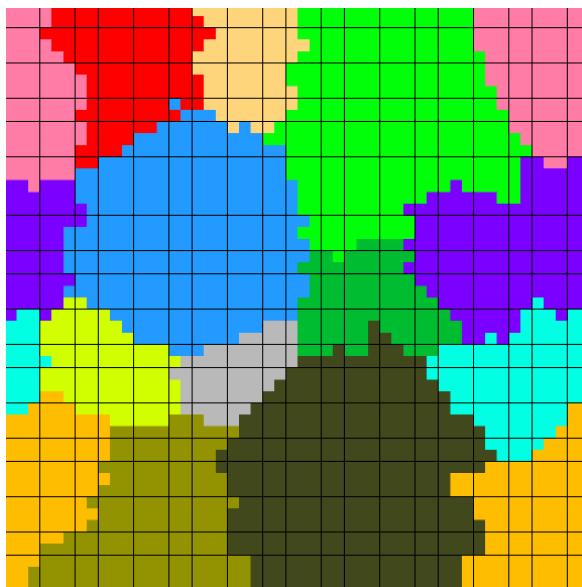


Рис. 15. Полотно после поглощения двух популяций

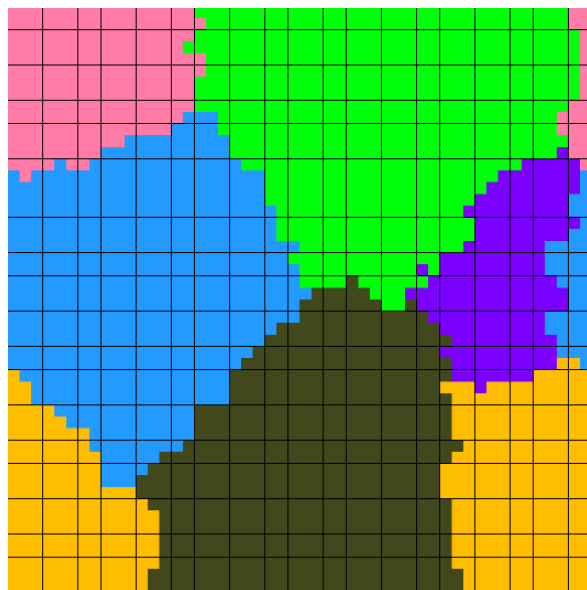


Рис. 15. Полотно, когда большая часть популяций была поглощена более крупными

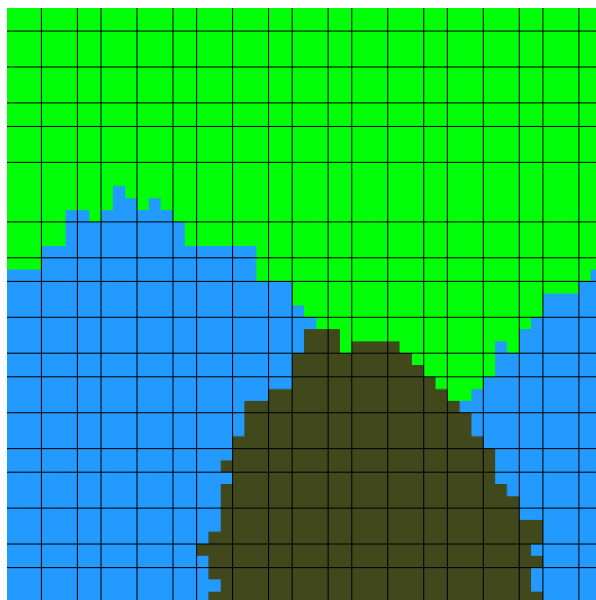


Рис. 16. Полотно в конце наблюдений

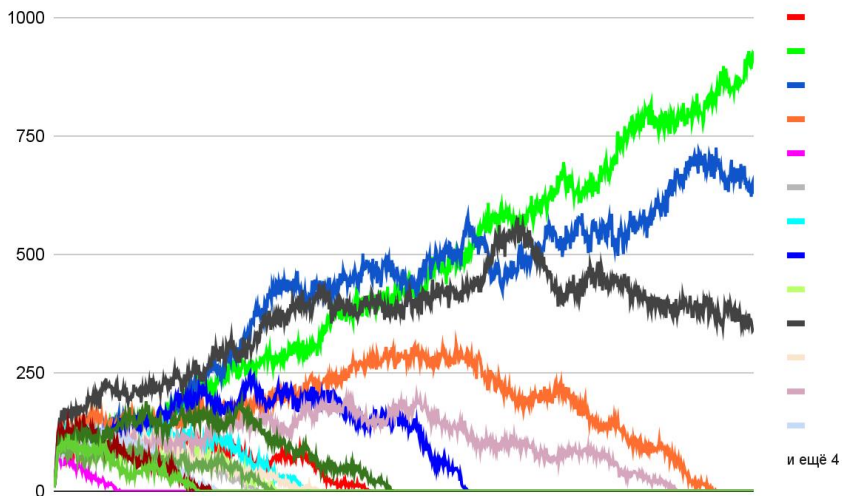


Рис. 17. График количества захваченных клеток определенными популяциями

В результате получилось встроить агрессивные виды в программный продукт, моделирующий развитие популяций на основе клеточного автомата. Благодаря этому появляется возможность прогнозирования на более длительный промежуток времени, что позволит повысить точность и вероятность правильного прогнозирования.

Библиографический список

1. Простейшие клеточные автоматы и их практическое применение. URL: <https://habr.com/ru/post/273393/> (дата обращения: 01.03.2022).
2. Арабей С. О., Нилов И. С. Имитационное моделирование аграрных обществ методом клеточного автомата // Сб. трудов IV Всероссийского конгресса молодых ученых. СПб., 2015. С. 27–29.
3. Рождественский Ю. В., Коваленко Р. А. Квантово-механическая интерпретация исторической динамики в рамках моделирования границ аграрных государств // Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве. СПб.: ГУАП, 2021. С 257-258.
4. Поиграем в жизнь. URL: <https://habr.com/ru/post/63848/> (дата обращения: 01.03.2022).

Д. С. Шишигин

студент кафедры прикладной математики, информатики и информационных таможенных технологий
ИФ ГУАП

Е. А. Яковлева – кандидат физико-математических наук, доцент – научный руководитель

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА МАРКЕРОВ
ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ 3D-СКАНИРОВАНИЯ**

Захват трехмерного объекта, рассматриваемый в этой статье, является этапом в задаче получения и анализа карты отклонений геометрии поверхности (объекта) в рамках ВКРБ «Моделирование системы оценки повреждений поверхностей объектов с помощью технологии LiDAR». Результаты такого анализа в дальнейшем позволят, например, оценивать повреждения автомобилей после аварий; выполнять оценку качества продукции, полученной технологиями литья, фрезеровки или 3D-печати; анализировать вещественные доказательства в судебной экспертизе [1] и др.

Для решения этой задачи (и, в конечном счете, для определения количества и внешнего вида маркеров для ориентации результатов 3D-сканирования) необходимо:

- выполнить оцифровку эталонного объекта или его 3D-модели (последняя операция необходима для создания карты оригинальной геометрии объекта с тем же шагом сетки);
- выполнить оцифровку изучаемого объекта;
- с учетом погрешности измерений сканера выполнить сверку облака точек изучаемого объекта с картой оригинальной геометрии объекта;
- получить карту отклонений геометрии поверхности (объекта);
- выполнить анализ карты отклонений геометрии поверхности (объекта) – определить количество поврежденных областей, площадь каждой поврежденной области, определить глубину всех повреждений и прочие метрики.

Перечисленные пункты требуют от эталона (результатов его сканирования) и от изучаемого объекта (результатов его сканирования):

- точных размеров исходного объекта;
- идеального позиционирования изучаемого объекта;
- точных размеров изучаемого объекта или средства их получения.

В случае если исходный объект сканируется аналогичной технологией, к нему будут применяться те же требования по маркерам, что и к анализируемому объекту.

В силу специфики большинства технологий 3D-сканирования, получить реальный размер объекта, чаще всего, достаточно сложно. При применении стационарных сканеров, триангуляции или захвата с помощью технологии LiDAR [2] последнее утверждение касается лишь погрешности измерений. Широко распространенные в последнее время ручные сканеры и фотограмметрия без эталона, наоборот, не дадут нужной точности.

В таком случае на оператора 3D-сканера ложится задача размещения нескольких специализированных маркеров, расстояния между центрами которых будут заранее известны, что позволит в дальнейшем выполнить масштабирование результатов сканирования. На объекте в сканируемой области в определенных местах размещаются специализированные маркеры, расстояния между центрами которых в дальнейшем сопоставляются с эталоном. После получения отклонений от эталонных значений, выполняется пропорциональное смещение всех точек, захваченных сканером.

При использовании классических маркеров (рис. 1) выполнить данную операцию сложно. Существует несколько решений, основные:

- использование маркеров разных размеров (3 мм для позиционирования сканера и 7 мм для позиционирования и измерения объекта);
- использование особых маркеров (квадратной или треугольной формы, контрастных ярких цветов или шахматной разметки при условии, что сканируемый объект не содержит цветов маркеров).



Рис. 1. Классические маркеры

Первый подход требует размещения маркеров в вершинах правильного многоугольника (на окружности или сфере фиксированного радиуса). Минимальное возможное количество таких маркеров – 2. Но в таком случае поверхность объекта между маркерами должна быть достаточно плоской. Оптимальное количество – 3. В таком случае можно размещать маркеры на объектах со сложной геометрией поверхности.

Второй подход удобен при работе со сканерами, позволяющими выполнять захват текстуры объекта. Особенности использования таких маркеров аналогичны классическим, поэтому рекомендуемое минимальное их количество – 3. Применение больше трех маркеров должно быть обусловлено особенностями поверхности изучаемых объектов, т.к. равносторонний треугольник, образованный маркерами – достаточная фигура для получения конечного размера объектов.

В случае, если отсутствует возможность достаточно точно размещать маркеры, повышение их количества, позволит получить большее количество опорных точек и за счет усреднения результатов более точно определить размеры объекта, чем при использовании минимального количества.

Еще одна проблема – позиционирование объекта [3]. Для получения карты отклонений геометрии поверхности необходимо совместить два объекта и рассчитать расстояния между парными точками в двух облаках точек (или парными узлами двух сеток). Здесь нам тоже поможет применение не менее трех маркеров, но будут учитываться не сами расстояния между ними, а отклонения их положения по разным осям:

- первый маркер выставляется как условная точка отсчета;
- на основе смещений рассчитывается разворот объекта по двум осям, чтобы второй маркер попал в целевую точку;
- на основе смещений рассчитывается разворот объекта по оставшейся оси, чтобы третий маркер попал в целевую точку.

Эти операции возможно выполнять только в случае, если размер объектов совпадает, т.е. после масштабирования на предыдущем шаге. В случае использования классических маркеров данная операция будет ручной, то есть потребует от оператора как минимум указания порядка маркеров в результатах сканирования. В случае применения разноцветных маркеров и сканера с захватом текстуры объекта, применение трех разных маркеров (например, трех разных цветов) позволит полностью автоматизировать задачу.

Во время операции сканирования большинство сканеров должно захватывать каждую операцию, как минимум, 3 маркера. При указанном минимуме 3 маркера в условном кадре, оптимальное количество маркеров на один такой кадр – 5 штук. Это необходимо, чтобы исключить такие ситуации, когда маркер хоть и находится в поле зрения сканера, но не распознается им (например, из-за отблеска).

Поэтому маркеры должны быть размещены таким образом, чтобы на любую область 100x100 см приходилось по 5 маркеров (рис. 2). Чтобы повысить точность и стабильность 3D-сканирования, такие маркеры наносятся непосредственно на сам объект или рядом с ним [4]. Если же используется тип сканера, которому не нужны маркеры [5, 6], то достаточно использовать три специализированных маркера, описанных выше.

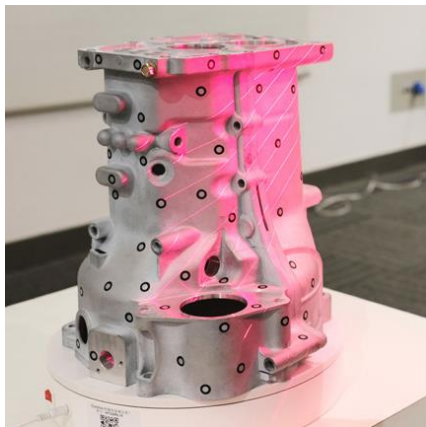


Рис. 2. Множество маркеров для повышения результатов сканирования

Подводя итог, стоит отметить, что применение описанных технологий, хоть и распространено, но не повсеместно. Несмотря на относительно низкую стоимость простейших устройств или возможность применять камеры смартфонов, такой подход используется редко, так как требует специализированного программного обеспечения и, в отдельных из перечисленных в статье случаев, законодательной базы. Несмотря на это, применение описанной методики с использованием трех специализированных маркеров для масштабирования и позиционирования, а также адекватного используемой технологии количества обычных маркеров – достаточно дешевый вариант, позволяющий ускорить процесс сбора карты геометрии исследуемой поверхности и получения карты отклонений геометрии поверхности, в дальнейшем позволит с помощью специализированных экспертных систем выполнять более квалифицированный и качественный анализ различных повреждений поверхностей.

Библиографический список

1. Несмиянова И. О. 3D-сканирование в экспертной деятельности: понятие, сущность и возможности применения // *Systems and Management*. 2020. Vol. 2. N 2. P. 50–67.
2. Коваленко Р. А., Сорокин А. А., Яковлева Е. А. Lidar как средство пространственной ориентации // *Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований: сб. статей по материалам ХХХIII междунар. научно-практической конф. Новосибирск. 23 ноября 2020 года. Новосибирск, 2020. С. 20–25.*
3. Программы для 3D-сканирования: обзор и применение на практике. URL: <https://top3dshop.ru/blog/programmy-dlja-3d-skanirovanija-obzor-i-primenenie-old.html> (дата обращения: 02.03.2022).
4. Все про маркеры для 3D-сканирования. URL: https://thor3dscanner.com/uploads/Markery_dlya_Thor3D.pdf (дата обращения: 02.03.2022).
5. Лысыч М. Н., Шабанов М. Л., Жадобкина В. В. Современные системы 3D-сканирования // *Молодой ученый*. 2014. № 20. С. 167–171.
6. Ярославцев Ф. Ю., Раевский Я. А. 3D-сканеры. Классификация. методы измерения расстояния // *Аллея науки*. 2017. Т. 1. № 16. С. 3–18.

СПО (ФАКУЛЬТЕТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ)

УДК 62-1

С. И. Барановский, И. Я. Петров

студенты факультета СПО

И. Б. Бирюков – научный руководитель

КОМПОЗИТНЫЙ ПЛАСТИК КАК ЧАСТЬ МАГНИТОПРОВОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Рассмотрен способ применения композитного материала из пластика и ферритовой краски. Исследованы характеристики двигателя на основе композитных материалов (феррита и пластика) и сравнение их с характеристиками двигателя из обычного пластика.

В данной статье будет рассматриваться влияние ферритовой краски на характеристики электрической машины. Известно, что электротехническая сталь является лучшим проводником для магнитных линий, а при применении вместо нее пластика с ферритом показатели немного увеличиваются. В данной статье проводится исследование того, как меняются характеристики, если применить ферритовую краску между листами пластика.

Для разрабатываемой модели, над которой будет проведен ряд опытов для оценки электрических параметров, были спроектированы статор, ротор и листы статора и ротора. Далее будет проведен сравнительный анализ электрических характеристик модели, активные части которой полностью состоят из пластика и элементов, покрытых ферритовой краской. Этапы сборки композитных частей модели показаны на рис. 1 – 4.

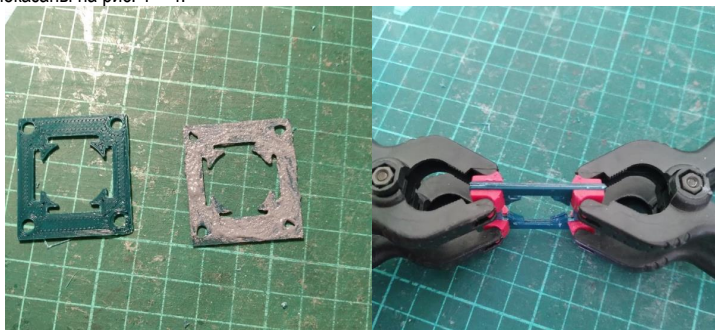


Рис. 1. Этапы создания статора из композитного материала с использованием феррита



Рис. 2. Готовый макет статора из композитного материала с использованием феррита



Рис. 3. Процесс создания макета якоря из композитного материала с использованием феррита



Рис. 4. Намотка якоря

Ферриты – это комплексные металлосодержащие окислы общей формулы $MeO \cdot Fe_2O_3$, обладающие ценными магнитными свойствами. Относятся к классу магнитомягких неметаллических материалов и являются, как правило, ферромагнитными полупроводниками [1].

Ферриты представляют собой сплав оксида железа с оксидом другого ферромагнитного материала: медь, цинк, кобальт, никель и т. д. В промышленном применении наибольшее распространение получили следующие типы ферритов [2]:

- никель-цинковый феррит, имеет высокое удельное электросопротивление;
- магний-марганцевый, применяют в работе со звуковыми частотами;
- марганцово-цинковый, имеет наименьшие потери на вихревые токи.

Ферриты – это полупроводники, свойства проводить ток которых повышается с увеличением температуры. Плотность ферритов зависит от марки, и колеблется в пределах от 4000 до 5000 кг/м³. Ферриты обладают повышенными теплофизическими свойствами. Коэффициент тепловой проводимости равен 4,1 Вт/(м К). Теплоемкость 600–900 Дж/кг*К.

Главным достоинством ферритовых сплавов является наличие повышенного удельного электросопротивления с сочетанием высоких магнитных свойств. Наиболее выгодным будет применение феррита при таких эксплуатационных характеристиках как малое значение индукции и высокие частоты.

При низких значениях частот повышается относительная диэлектрическая проницаемость феррита. При одновременном наличии высокой магнитной проницаемости это может привести к наложению волн друг на друга. Как результат возникает объемный резонанс [3], при котором вихревые токи

увеличиваются в разы, а, следовательно, электрические потери в обмотках. Для проведения исследования были разработаны основные части электрических машин, которые показаны на рис. 5.



Рис. 5. Компоненты модели

Для проведения опыта над генератором был выбран приводной механизм с двумя скоростями вращения 1300 и 300 оборотов в минуту. Так как в генераторе используются редкоземельные магниты на основе никеля, генератор может работать без дополнительных источников питания. В опытах производились измерения напряжения для разных конструкций статора: из пластика и композитной конструкцией с применением феррита. По итогам исследования применение феррита способствовало росту напряжения на 25 и на 22,2 процентов. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики моделей

Показатель	Статор		Рост характеристик
	Пластик	Композитный материал	
Напряжение 1300 об/мин	1,2 В	1,467	22,2 %
Напряжение 300 об/мин	0,12 В	0,15 В	25 %

В ходе испытаний было определено, что наличие ферритовых слоев улучшает выбранные параметры машины. При этом стоит отметить, что был выявлен ряд допущений, которые уменьшили точность измерений:

- отсутствовал полноценный коллекторный узел, что усложняло съем показаний,
- неточно выполнена модель, что создавало дополнительные трения якоря о статор,
- собранная модель имела ряд технических просчетов в конструкции, что усложняло ее сборку.

В итоге отметим, что развитие аддитивных технологий позволяет все чаще применять их для нужд промышленности, в том числе в машиностроительной отрасли.

Библиографический список

1. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники: учеб. пособие для вузов / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов. М.: Юрайт, 2022. 115 с.
2. Федоренко В. Ф., Голубев И. Г. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве и техническом сервисе сельскохозяйственной техники. 2-е изд. М.: Юрайт, 2022. 137 с.
3. Хижняков В. И. Сопротивление материалов. Коррозионное растрескивание: учеб. пособие для вузов. М.: Юрайт, 2022. 262 с.

УДК 62-1

Г. А. Головин, У. А. Морякова

студенты факультета СПО

И. Б. Бирюков – научный руководитель

РАЗРАБОТКА ВЛДС-ГЕНЕРАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Представлен материал по особенностям и конструкции современных малых генераторов с применением постоянных магнитов. Произведены параметрические расчеты для оценки генератора, а также рассмотрен принцип определения основных параметров генератора на основе выбранного количества полюсов и катушек в машине.

Существуют асинхронные и синхронные машины. Их основным отличием является конструкция ротора. В синхронных генераторах переменного тока индуктивные катушки размещены сразу же на самом роторе, в асинхронных на валу предусмотрены пазы, необходимые для размещения обмотки.

Конструктивные отличия между различными генераторами показаны на рис. 1. Представлена компоновка катушечных групп, в некоторых генераторах это позволяет уменьшить длину активной зоны стали [1].

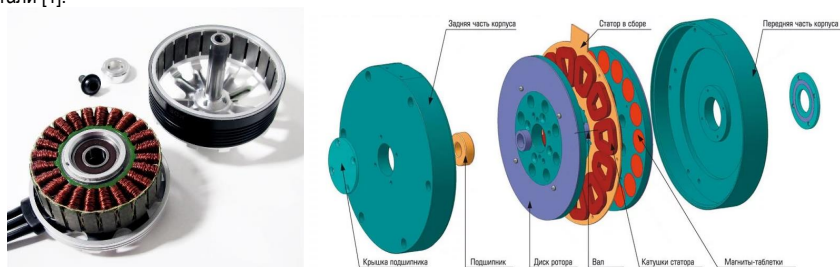


Рис. 1. Особенности конструкции генераторов переменного тока

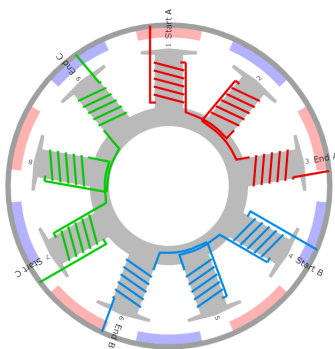


Рис. 2. Пример схемы расположения магнитов и катушек полюсов

Рассматривается возможность создания макета бесколлекторного генератора для проверки систем автоматизации, используя минимальное количество сложных технологических операций.

Напряжение и ток от генератора зависит от множества факторов, таких как обороты генератора, мощность магнитов, скорость движения магнитов на роторе, количество витков в обмотках, участвующих в выработке электричества за единицу времени и др. Основным показателем в выработке

напряжения является линейная скорость движения магнитов, которая зависит от оборотов генератора и длины окружности, по которой эти магниты вращаются [2].

Напряжение генератора переменного тока прямо пропорционально скорости движения магнитов, и соответственно оборотам генератора, если обороты увеличились в два раза, то и напряжение соответственно увеличится в два раза.

Чтобы вычислить напряжение генератора на определенных оборотах нужно магнитную индукцию магнитов (Тл) умножить на активную длину проводника (м), и умножить на скорость движения магнитов (м/с). Формула расчета выглядит так [3]:

$$E = B \times V \times L, \quad (1)$$

где E – напряжение генератора, В; B – магнитная индукция магнитов, Тл; V – скорость движения магнитов, м/с; L – активная длина проводника, м.

Магнитная проводимость материала играет важную роль и при использовании пустого PLA пластика мы получаем большие потери на нагрев, большое сечение проводов при небольшом количестве витков. При использовании ферромагнитного PLA, потери сокращаются.

Результаты расчета параметров генератора представлены в табл. 1, при расчете учитывалось:

- магниты 40*20*5 мм, количество магнитов по 12 на диске,
- катушек 18, в каждой катушке по 70 витков, намотанных проводом 1 мм,
- диаметр ротора 27 см. Так как высота магнитов 40 мм, значит, и активная длина в катушках 40 мм.

Таблица 1

Результаты расчета

S магнитов	w_1	U катушки	U по схеме «звезда»
84,78 см	420 витков	8,4 В	12,28 В

Также следует воспользоваться специальной программой для построения схемы обмоток и получения их параметров. Пример работы показан на рис. 3.

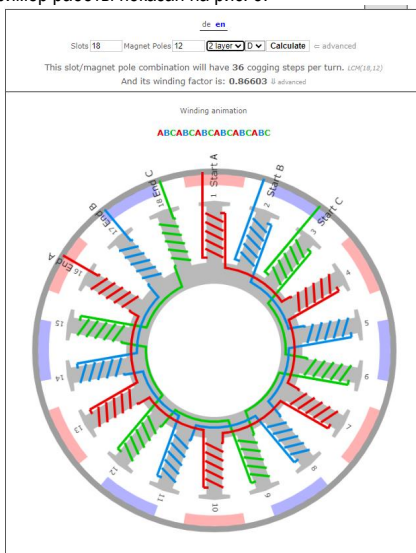


Рис. 3. Построение схемы обмотки генератора

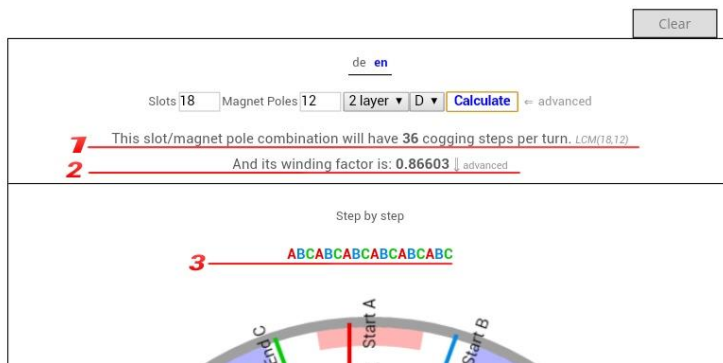


Рис. 4. Параметры обмотки

На рис. 4 продемонстрированы итоговые параметры, которые возможно получить в программе.

Пункт 1 указывает количество остановок ротора за один оборот, в данном случае 36. Чем больше общее количество остановок, тем меньше по силе каждая остановка в отдельности. Увеличением количества остановок общая сила притяжения магнитов распределяется по всему диаметру, и чем больше остановок, тем они слабее, поэтому ротор генератора легче запустить.

Пункт 2 указывает КПД обмотки генератора, в данном случае 0,866. Соответственно, чем выше число в этом поле, тем выше КПД генератора в целом. При классической схеме намотки генераторов КПД 0,86, но эффективность, а значит и мощность можно увеличить за счет правильного расположения магнитов со скошенным центром.

Пункт 3 указывает схему намотки катушек. При классической схеме намотки катушек все катушки наматываются в одном направлении, чтобы ток протекал в одну сторону, если ток в катушках будет протекать встречно друг другу это приведет к взаимному уничтожению магнитного поля и возрастанию тока, что приведет к короткому замыканию.

Также стоит учесть возможность использования альтернативных материалов для создания генераторов малой мощности.

Библиографический список

1. Электротехника и электроника: в 3 т. Т. 3. Основы электроники и электрические измерения: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. В. Кузнецов, Е. А. Куликова, П. С. Культиасов, В. П. Лунин. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2022. 234 с.
2. Копылов И. П. Электрические машины: в 2 т. Т. 1: учебник для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2022. 267 с.
3. Жуловян В. В. Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии: учеб. пособие для среднего профессионального образования. М.: Юрайт, 2022. 424 с.
4. Игнатович В. М., Ройз Ш. С. Электрические машины и трансформаторы: учеб. пособие для среднего профессионального образования. 6-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2022. 181 с.

УДК 629.7.022

Д. А. Гололобова

студентка факультета СПО

С. Л. Поляков – кандидат технических наук – научный руководитель

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Рассмотрено применение электродвигателей в гражданской авиации, приведено описание существующих моделей электродвигательных авиалайнеров. Показана необходимость разработки электрических двигателей для применения в гражданской авиации.

В настоящее время активно изучаются и разрабатываются альтернативные источники энергии, которые должны снизить влияние на экологию, в том числе это распространяется и на авиастроительную отрасль. Наиболее эффективными являются реактивные двигатели, обеспечивающие энергетические потребности самолетов. Их принцип воздействия устроен на сжигании горючего и образовании выхлопных газов, которые и создают силу тяги. Впрочем, использование таких двигателей причиняет ущерб экологии. Именно из-за него завышен уровень шума как в салоне самолета, так и на расположенной поблизости аэродрома местности. Альтернатива реактивному двигателю – электрический двигатель.

Электродвигатели появляются во многих машинах и конструкциях. Основная сложность перевода летательных агрегатов с реактивных на электрические двигатели заключается в потребности перестроения всех внутренних систем самолета. Чтобы такой переход был результативным с точки зрения экономики, необходимо не только уравнивать удельную мощность (УМ) электрических двигателей с турбинными, а еще и приумножить ее. УМ современных электродвигателей для авиации не превышает 5 кВт/кг, в то время как реактивные располагают мощностью до 8 кВт/кг. Другими словами, замена повлечет за собой снижение грузоподъемности авиалайнера. Поэтому данный переход экономически нецелесообразен, но выгоден для сохранения природных ресурсов страны, улучшения экологической среды и снижения рисков при перелетах из-за турбулентности.

Авиационные электродвигатели представляют собой электрические аппараты закрытого исполнения с естественным охлаждением. Они выполняются на мощности от долей ватта до десятков киловатт и применяются для длительной, повторно-кратковременной и временной работы.

Свойства электрических двигателей, как правило, обуславливаются их механическими характеристиками, мощностью, КПД, а также электромеханической постоянной времени. Механические характеристики электродвигателей – это зависимость скорости вращения от величины момента на валу двигателя при постоянном напряжении питания.

Принцип воздействия и устройство летных электродвигателей подобны обыкновенным электрическим машинам. В авиационном электроприводе могут использоваться следующие типы электродвигателей долговременного тока:

- последовательного возбуждения с одной или двумя (для реверса) обмотками возбуждения;
- параллельного возбуждения с независимым возбуждением;
- смешанного возбуждения.

В гражданской авиации уже существуют готовые модели электродвигательных авиалайнеров, но на уровне прототипов и разработок.

Первой компанией, которая объявила о тестировании гибридного самолета является Faradair. Воздушное судно будет работать на турбовинтовых и электродвигателях, сжигая биотопливо. Пока разработку сложно назвать авиалайнером, поскольку она вмещает всего 18 человек и для коммерческой авиации не принесет значительной пользы, так как дальность полета, по предположениям конструкторов, составит всего 1000 км. Однако гибридный планер сможет положить начало эре электросамолетов. Первое гибридное воздушное судно Faradair планирует тестировать на аэродроме Даксфорд в 2023–2024 гг., внешний вид представлен на рис. 1.

Вторую разработку презентовала британская компания Electric Aviation Group (EAG). Согласно заявлению представителей компании, они инвестируют средства в проектирование и конструирование нового гибридного воздушного судна. Компания желает создать авиалайнер, способный вместить 70

пассажиров и перевезти их на расстояние до 800 км. Завершить работу по проектированию и созданию этого объекта планируется к 2030 г., внешний вид представлен на рис. 2.



Рис. 1. Воздушное судно компании Faradair



Рис. 2. Воздушное судно компании E.A.G

На данный момент авиалайнеры с электродвигателями не выгоден авиакомпаниям по нескольким причинам.

Технологический фактор – вес такого устройства не модифицируется на протяжении всего полета. А современные авиалайнеры по мере приближения к месту назначения становятся легче (из-за выработки топлива). Следовательно, необходимо абсолютно пересмотреть конструкцию планера и обнаружить идеальный вариант, который позволит судну безопасно приземлиться.

Нормативный фактор – нет законодательства, которое бы позволило сертифицировать электросамолеты и, к сожалению, нормативно-правовые акты не появятся, пока разработчики не предоставят первые главные образцы, которые станут безопасными для пассажиров.

Финансовый фактор – данная модель пока что рассчитана на малое количество пассажиров, это не выгодно авиакомпаниям.

На основе представленных данных можно сделать вывод о достаточно высоком уровне необходимости разработки электрических двигателей в гражданской авиации. Это связано с такими достоинствами как: отсутствие химического загрязнения окружающей среды выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания и максимальное уменьшение уровня шума и расхода топлива, увеличение скорости передвижения, комфортное перемещение на борту самолета и на территории аэродромов. Но в то же время данные разработки исследованы и апробированы в недостаточной степени, что открывает новые возможности для развития летательных аппаратов с электродвигателями.

Библиографический список

1. Эра электросамолетов и реактивных электродвигателей. URL: <https://naukatehnika.com/era-elektrosamoletov-elektrodvagatelj.html> (дата обращения: 15.03.2022).
2. Электрический двигатель для самолета в России. URL: <https://360tv.ru/news/tekst/samolet-nabatarejkah/> (дата обращения: 17.03.2022).
3. Электродвигатели постоянного тока. URL: <http://oobskspetsavia.ru/2015/09/16/elektrodvigateli-postoyannogo-toka/> (дата обращения: 17.03.2022).

УДК 004.353.4

А. Д. Горбатенко

студент факультета СПО

Г. Ф. Харитонова – научный руководитель

КАСТОМИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ КЛАВИАТУРЫ

Отмечены различия между типами клавиатур. Показано отсутствие компаний, предлагающих компоненты для усовершенствования механических клавиатур. Показаны три позиции, дающие максимальный эффект усовершенствования клавиатуры.

В современном мире все больше людей пользуются компьютерами с разными целями: учеба, работа, просмотр фильмов или сериалов, но все они пользуются клавиатурой, ведь это основное устройство ввода информации.

Компьютерная клавиатура – устройство, позволяющее пользователю вводить информацию в компьютер (устройство ввода). Представляет собой набор клавиш (кнопок), расположенных в определенном порядке.

Разновидности компьютерных клавиатур:

1) механические – имеют механизм замыкания контактов. Срабатывание происходит раньше, чем клавиша доходит до ограничителя хода;

2) мембранные – самый дешевый и распространенный вид клавиатур. Сигнал о нажатии клавиши поступает на компьютер только тогда, когда клавиша нажата до конца, что делает печать на таких клавиатурах менее удобной в сравнении с другими видами;

3) опτικο-механические – наименее распространенный вид клавиатур, но один из самых надежных. Внутри свича находится излучатель, который направляет инфракрасный луч на специальный датчик, и сигнал поступает на компьютер.

Некоторые пользователи персональных компьютеров ассоциируют механические или опτικο-механические клавиатуры как громоздкие, неудобные и громкие. Вероятно, это связано с тем, что российский рынок таких клавиатур очень мал, и в начале своего развития на нем были представлены клавиатуры, у которых наблюдались некоторые недостатки.

Кастомизация клавиатуры – это доработка и усовершенствование клавиатуры под конкретного пользователя и его пожелания. Это долгий и затратный процесс, ведь все компоненты заказываются из зарубежных стран. Именно поэтому данная услуга является весьма дорогой.

В нашей стране сфера кастомизации клавиатур не популярна, вследствие чего нет заинтересованных лиц, которые бы начали ее осваивать. На данный момент компании в России не предлагают услуги по кастомизации, а продают уже готовый, усовершенствованный товар, в нашем случае – клавиатуру.

По факту в механической клавиатуре можно изменить каждый ее компонент, но если говорить более обширно, т. е. 3 позиции, которые дают максимальный эффект:

1) замена самих переключателей (свичей). Переключатели бывают 3 типов: линейные, тактильные и щелкающие. При желании клавиатуру можно сделать абсолютно бесшумной или же наоборот, в зависимости от пользователя и его предпочтений;

2) стабилизаторы – это дополнительная конструкция, которая ставится под длинные клавиши (пробел, шифт, капслок и т. д.) для того, чтобы срабатывание происходило независимо от того места, куда вы нажмете, будь то центр кейкапа или же его край;

3) кейкапы – как правило бывают двух видов: ABS и PBT. Разница их в качестве и толщине пластика. ABS keycaps – из тонкого пластика, ставятся на бюджетные клавиатуры. PBT keycaps – из толстого пластика, ставятся на более дорогие и премиальные клавиатуры.

Все перечисленное – это лишь малая часть того, что можно сделать со своей клавиатурой. Также имеется возможность установки шумоизоляции, арингов, замены платы, смазка переключателей, стабилизаторов и т. п.

Можно надеяться на то, что в ближайшем будущем в нашей стране данная сфера будет популярна, ведь клавиатурами пользуются все без исключения, и это вывело бы уровень печати, и получаемое от нее удовольствие на новый уровень.

Библиографический список

1. Новожилов О. П. Архитектура компьютерных систем: в 2 ч. Ч. 2: учеб. пособие для среднего профессионального образования. М.: Юрайт, 2022. 246 с.
2. Дьячков В. П. Аппаратные средства персонального компьютера: учеб. пособие для среднего профессионального образования. М.: Юрайт, 2022. 153 с.

УДК 62-526

А. С. Гребень

студентка факультета СПО

Р. А. Макаров – научный руководитель**ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАПОЛНЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ**

Отмечена проблема негативного воздействия человеческого фактора на качество продукта технологического процесса. Рассмотрены и проанализированы существующие образцы систем, ликвидирующие проблему. Предложено и описано альтернативное упрощенное решение вопроса.

Основное направление развития автоматизированных систем в мире – максимальное снижение влияния человеческого фактора на качество результата технологического процесса.

При выполнении действий, требующих абсолютного отсутствия погрешностей, способных привести к нарушению технологии и ухудшению качества продукта, необходимо что-то, что может полностью заменить человека, исключая возможность ошибок. Часто возникает проблема с точной дозировкой жидкости или сыпучего материала при выполнении этой работы непосредственно человеком. В схожих случаях, на производстве может потребоваться контакт с опасными веществами, что влечет за собой не только риск отрицательного воздействия человека на результат производства, но и представляет прямую или косвенную опасность для жизни и здоровья работника. Все это лишь подтверждает необходимость использования новых высокоэффективных технологий в современном оборудовании, которое способно обеспечить высокую надежность и точность получаемых результатов.

Однако набор правил и порядков в недостаточной степени исключает вероятность ошибки работника промышленного производства и требует дополнительных мер, необходимых для соблюдения, ради сохранения высокого качества получаемого продукта, а также минимизации количества отклонений от стандартов изготовления.

В связи с вышеизложенным, нередко рассматриваются различные вариации модификаций условий работы и вспомогательных механизмов. Одной из подобных модификаций является повышение степени автоматизации механической системы-дозатора, способной наполнять емкости, которая, как правило, контролируется человеком полностью (рис. 1).

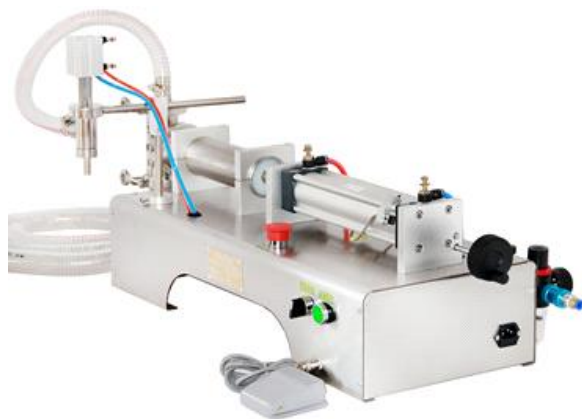


Рис. 1. Полуавтоматическая система на поршневом насосе

Проанализировав аналогичные устройства, стоит выделить, что каждая подобная система создается с одной целью, но имеет различную реализацию.



Рис. 2. Автоматизированная система на мембранном насосе

Возьмем в качестве примера приведенный выше механизм (рис. 1). Данное устройство используется на медицинских, пищевых и химических предприятиях. Его конструкция включает в себя пневматический поршневой насос.

Для сравнения рассмотрим еще одну систему (рис. 2). Эта система оснащена мембранным (диафрагменным) насосом, но используется для тех же целей.

Было выявлено, что у обоих вариантов имеются как сильные, так и слабые стороны. Поршневые насосы имеют большую стоимость и сложность конструкции, но при этом возможна работа с вязким жидкостями, чего не могут мембранные насосы, а также работа при малой подаче и большом напоре. Все мембранные насосы могут забирать жидкость и горизонтально (из вышерасположенной емкости), и вертикально, что до поршневых насосов, то они требуют специальные оригинальные емкости, подходящие под определенные поршневые насосы. Мембранные помпы дешевле, но быстрее изнашиваются.

Поршневые насосы имеют очень высокую производительность всасывания и подачи, и, таким образом, превосходно подходят для высоковязких жидкостей. Однако, когда дело касается работы с большим разнообразием жидкостей при помощи одного устройства, мембранные насосы являются лучшим выбором.

Можно сделать вывод, что в ходе проектирования производители полуавтоматических систем наполнения резервуаров расходятся в выборе используемых насосов, материала корпуса, соединении с исходной тарой и т. д. исходя из поставленной задачи.

В ходе исследования принято решение: взять за основу систему наполнения, рассчитанную на жидкости с низкой вязкостью, что увеличивает вариативность создания наиболее универсального аппарата с лучшей производительностью. На основе этой системы разработана усовершенствованная версия с полной автоматизацией.

Для автоматизированной системы выявлен наилучший вид помпы для жидкости в данном механизме, гарантирующий лучшее соотношение бесшумности работы к скорости перекачки жидкости – мембранный (диафрагменный) насос.

Мембранные (диафрагменные) насосы принадлежат к категории насосного оборудования, так называемого, объемного типа – перекачка жидкости в таких агрегатах осуществляется за счет циклического изменения объема рабочей камеры [1] (рис. 3).

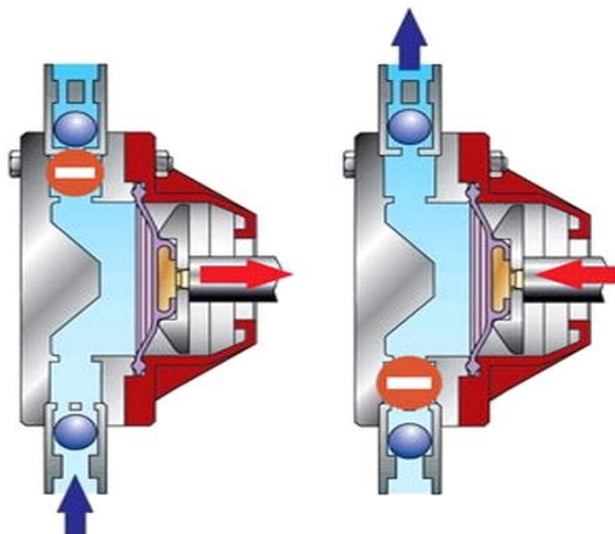


Рис. 3. Принцип работы мембранной помпы

Чтобы автоматизировать и усовершенствовать систему, добавлен кран, управляемый сервоприводом, который позволяет совершать наполнение сразу на несколько тар. Также добавлена разметка с концевыми переключателями для резервуаров, что предоставляет возможность автоматического определения текущего состояния каждой позиции.

В связи с исключением необходимости постоянного воздействия человека на механизм, пересмотрен подход к созданию корпуса относительно рассмотренных выше систем. Добавлен цифровой дисплей, с помощью которого происходит основная настройка системы и задача координат позиций (рис. 4).



Рис. 4. Схема разработанной системы

Система автоматизирована и подготовлена к доступному пользованию работниками, максимально снижая вероятность неблагоприятного воздействия человеческого фактора на искомый результат.

Все внесенные изменения позволяют свести к минимуму случайные вмешательства оператора и нарушения корректной работы автоматизированной системы. От сотрудника лишь требуется установить резервуар на позицию и привести механизм в работу. Прибор определит, какие позиции следует наполнить и выполнит эту задачу точнее и быстрее, чем рабочий самостоятельно.

Модификации автоматизированной системы наполнения резервуаров более перспективны, чем обычная полуавтоматическая система, за счет повышенной скорости, а также сокращения затрат на наем специализированного персонала.

Библиографический список

1. Насосы мембранные. Устройство и принцип действия. URL: <https://plasttime.ru/informaciya/printsip-raboty-membrannogo-nasosa> (дата обращения: 20.05.2022).
2. Принцип работы систем наполнения резервуаров. URL: https://studbooks.net/2549698/tovarovedenie/poluavtomaticheskie_dozatory (дата обращения: 20.05.2022).

УДК 62-526

М. Д. Дедюев

студент факультета СПО

Р. А. Макаров – научный руководитель**РАЗРАБОТКА РОБОТА-САПЕРА**

Отмечена проблема сохранения жизни сапера. Показано описание робота-сапера. Отмечены его основные характеристики и показаны недостатки. Рассмотрены существующие решения и их схожие черты, а также предложены альтернативные решения.

Обычно при обнаружениях неизвестного предмета, представляющего потенциальную угрозу взрыва, вызывается бригада саперов со специальным оборудованием и экипировкой, которые приступают к осмотру объекта.

В лучшем случае объект оказывается просто пустой коробкой в переходе, либо забытым багажом в транспорте, замеченным равнодушными гражданами. Не исключено, что это может быть взрывчатка, которая представляет из себя потенциальную угрозу для целостности городской инфраструктуры и жизни людей, находящихся рядом.

Иногда при обезвреживаниях даже экипировка сапера не всегда спасает от взрыва. И нужен тот, кто сможет узнать вместо человека информацию о взрывоопасном объекте путем его исследования.

Прибыв на место происшествия специалисты инженерно-саперного отдела, после активации робототехнического комплекса, начинают операцию по устранению данной угрозы. В ряде ситуаций саперам необходим дистанционно управляемый робот с полноценным манипулятором, пригодным для взаимодействия с объектами.

Среди известных моделей роботов-саперов отметим робот tEODor немецкого производства, и отечественный робот «Кобра-1600», их основные характеристики представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Основные характеристики РТК «Teodor»

Вес	345 кг
Максимальная скорость	3 км/ч
Максимальная грузоподъемность манипулятора	30 кг
Радиус действия манипулятора	до 850 мм
Буксировка	до 300 кг
Полезная нагрузка	до 100 кг
Габариты	870x450x580 мм

Таблица 2

Основные характеристики РТК «Кобра-1600»

Вес	62 кг
Максимальная скорость	2,3 км/ч
Максимальная грузоподъемность манипулятора	до 25 кг
Радиус действия манипулятора	около 90 см
Буксировка	до 230 кг
Полезная нагрузка	до 80 кг
Габариты	850x420x550 мм

На данном этапе было выделено несколько характерных черт таких конструкций:

- наличие гусеничной платформы,
- манипулятор, оснащенный механизмом захвата,
- пульт с возможностью управления любой частью робота отдельно.

Недостатком конструкций такого типа является крупногабаритный пульт, который неудобно держать в руках при управлении роботом, а также отсутствие возможности поворота манипулятора отдельно от платформы робота. Для решения данной проблемы необходимо уменьшить размеры пульта, но при этом оставить функционал робота прежним и оснастить манипулятор поворотной башней.

В данной статье рассматриваются особенности структуры робототехнического устройства для применения в исследовательской и аварийно-спасательной сфере. В процессе исследования проекта был собран прототип такого же робота-сапера на основе микроконтроллера Arduino Nano.

Так как у большинства роботов-саперов ходовая часть представляет из себя классическую гусеничную платформу, была разработана платформа, состоящая из 2 частей.

Корпус (рис. 1), в который входят:

1. 2 гусеничные ленты из поролона,
2. ПВХ платформа с 12 валами,
3. 2 мотор-редуктора,
4. 2 ведущих колеса.

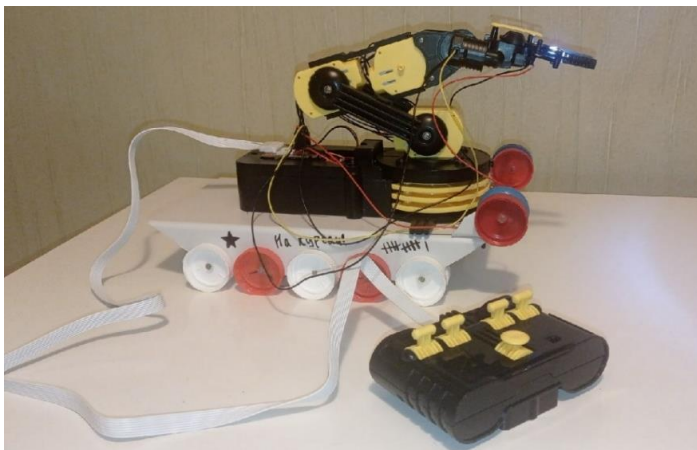


Рис. 1. Примерный вид прототипа

Приемник ССУ R0 на основе микроконтроллера Arduino Nano с радио модулем NRF24L01, способный принимать сигнал на расстоянии до 100 м на открытой местности, и до 30 м в закрытом помещении (рис. 2).

Так как самым важным компонентом данных конструкций является 6-осевой манипулятор с захватным механизмом, был разработан подобный манипулятор на основе конструктора ND Play, где движение манипулятора выполняется за счет работы двигателей постоянного тока 130 DC.

Также исходя из полученных характерных черт был разработан пульт управления, разделенный на две части.

1. Пульт для дистанционного управления гусеничной платформой на основе микроконтроллера Arduino Nano с радио модулем NRF24L01, схема которого представлена на рис. 3.
2. Проводной пульт для управления отдельными частями манипулятора.

Был проведен анализ существующих конструкций роботов-саперов, выведены критерии, определяющие требования к конструкции робота. Также был собран рабочий прототип робота-сапера.

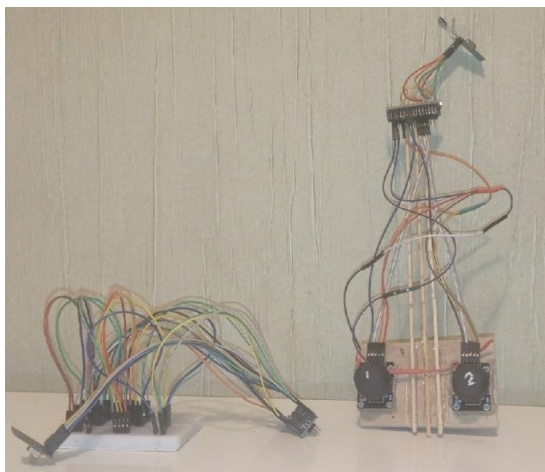


Рис. 2. Приемник CCU R0 и пульт

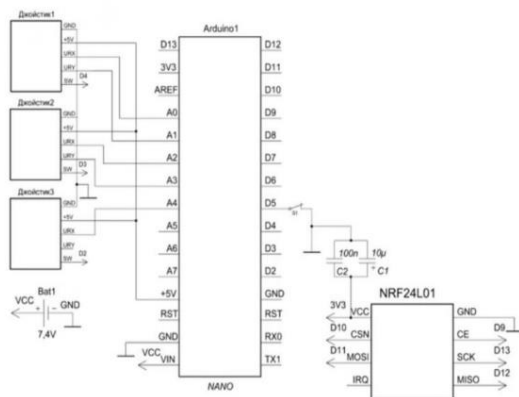


Рис. 3. Схема пульта

Библиографический список

1. Бачинин А., Панкратов В., Накоряков В. Основы программирования микроконтроллеров. М., 2013. 207 с.
2. Схема приемника CCU R0. URL: <https://easyeda.com/attachments/2019/2/W7nrgtopOYsYIQNqXui4dFMdtHyXqKK0yD4haosf.jpeg> (дата обращения: 21.05.2022).
3. Схема пульта CCU R0. URL: <http://forum.amperka.ru/data/attachments/7/7613-e9fd4681276c96e7b604ec57672c4079.jpg> (дата обращения: 21.05.2022).

УДК 621.37

Д. А. Климов, А. В. Соколов

студенты факультета СПО

И. Б. Бирюков – научный руководитель**РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНОГО УСИЛИТЕЛЯ СИГНАЛОВ**

Статья посвящена проектированию и разработке электронного устройства и антенны для улучшения качества связи, изучению принципов разработки печатных плат, анализу полученного опыта и результатов.

Целью исследования является изучение принципов широкополосного усиления сигналов, используя аддитивные технологии (3D-печать), а также альтернативные материалы, из которых изготавливаются некоторые части прибора. При успешных результатах проектирования и изготовления компонентов следует произвести натурные опыты и определить качество полученного устройства, а также его диапазон работы. Назначение данного широкополосного усилителя сигналов – использование в труднодоступных местах, где качество связи не позволяет пользоваться сетью Интернет.

При правильном позиционировании антенны, устройство сможет настраиваться на ближайшую сотовую вышку. Похожих устройств на рынке нет, есть аналоги, но выполнены в стационарном исполнении. Сравним разрабатываемое устройство с моделью усилителя сигналов Titan-1800/2100 PRO: полосу рабочих частот для 4G связи диапазон рабочих частот 1805 ~ 1880 МГц. Питание осуществляется через блоки питания, что делает его стационарным и не подходящим для мест, где отсутствует источники энергии. Максимальное усиление 87 дБ.

На основе анализа рынка было принято решение о проектировании простого, дешевого, портативного и быстрого в изготовлении устройства.

На рис. 1 представлена предварительная 3D-модель плат репитера, внешнего аккумулятора [1].

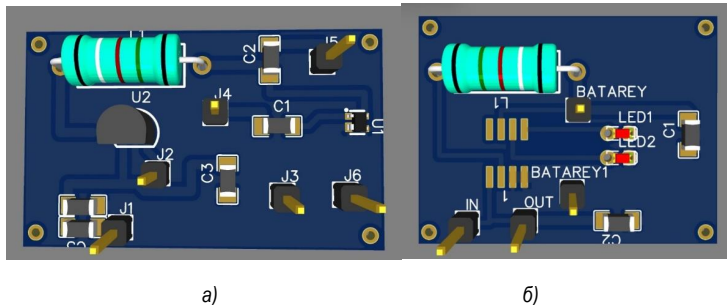


Рис. 1. 3D-модель печатной платы: а – репитер; б – модуль заряда аккумулятора

Задача усилителя сотовой связи состоит в том, чтобы увеличить сигнал по мощности, при этом сохраняя форму усиливаемого сигнала.

Принцип работы усилителя сотовой связи заключается в передаче радиосигнала из зоны уверенного приема в места, где сигнала нет совсем, либо он очень слабый. Например, на улице уровень сигнала средний или высокий, а в помещении он пропадает либо снижается, и связь начинает прерываться. Схематично процесс усиления выглядит следующим образом: слабый сигнал от базовой станции оператора улавливается внешней антенной, расположенной на улице. От внешней антенны сигнал по высокочастотному коаксиальному кабелю передается на репитер. Репитер усиливает сигнал и отправляет его дальше по кабелю на комнатную антенну. Комнатная антенна обменивается информацией с мобильными устройствами и отправляет сигнал в обратном направлении [2].

Для создания печатных плат усилителя сотовой связи использовался лист металла, покрытый медью. Затем с помощью нагрева изображение платы для повербанка и репитера было перенесено на медный слой заготовки, в дальнейшем благодаря химическим процессам плата была вытравлена. Результат показан на рис. 2.



Рис. 2. Вытравленные платы и покрытые оловянно-свинцовым припоем

Дециметровые антенны, в большинстве случаев, имеют форму круга, зигзага или ромба.

В представленной категории существуют несколько видов антенн.

1. С возможностью направления только в одну сторону. Антенна этого типа может работать только в одном направлении. Для данной антенны требуется расположить ее непосредственно в сторону раздающей вышки оператора.

2. Всенаправленные. Такие устройства способны улучшать качество сигнала с нескольких сторон. В этом случае усилитель имеет возможность самостоятельно выбирать наиболее бесперебойный и качественный сигнал от одной из нескольких подходящих передающих станций.

3. Секторные. Так же, как и первые, имеют возможность работать в одном направлении, но охватывают увеличенный сектор. Они могут принимать сигналы сразу с нескольких станций одного сектора, и в случае перебоев самостоятельно переключаться.

4. Широкодиапазонные. Такие аппараты способны улучшать качество сигнала, при этом работая сразу в нескольких частотных диапазонах. Выбор устройств других моделей делает невозможной смену диапазонов и стандартов связи. Из-за этого некоторыми изготовителями предлагаются специальные широкодиапазонные приборы, которые могут принимать и усиливать сигналы во всех возможных частотах, таких как GSM 1800, 3G 2100, LTE, Wi-Fi

При изготовлении 3G пушки наружного типа следует придерживаться общепринятой теории антенн, подразумевающей, что длина волны сигнала зависит от геометрических размеров устройства. Преимущества внешних конструкций представлены механической прочностью, малой парусностью и стойкостью к температурным перепадам [3].

Если вынести пушку за пределы жилого помещения, это устранил возможные затухания и слабые отражения сигнала, которые могут возникать из-за стен, потолка, мебели или перегородок. Категорически не рекомендуется увеличивать длину провода от модема к антенне, потому что из-за кабеля также наблюдаются затухания сигнала.

Для изготовления самодельной 3G-антенны рекомендуется использовать оцинкованную сталь или дюралюминий. Существенными недостатками конструкций, выполненных из латуни, биметаллических или медных проводов являются:

- сильное окисление, требующее периодической полировки,

- дополнительная изоляция от погодных факторов, которая заключается в покрытии антенны лаком,
- повышенная хрупкость на морозе.

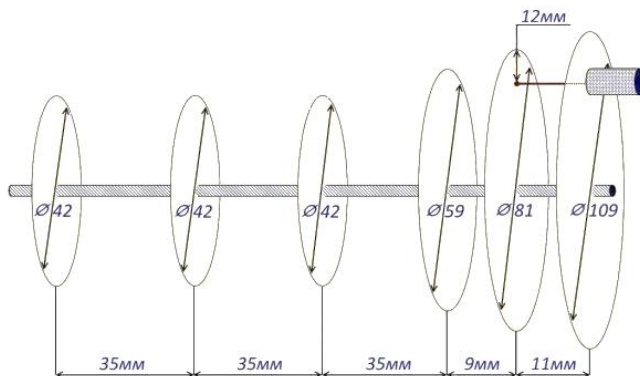


Рис. 3. Схема антенны для 3G и 4G

Основным способом определения качества собранного устройства является проверка и измерения уровня сигнала численным методом. Для этого следует установить приложение на мобильное устройство, список приложений достаточно обширный.

Для анализа качества антенны следует получить некоторые параметры: импеданс, КСВ, усиление в дБи (дБи).

Входной импеданс антенны – отношение напряжения к силе тока на клеммах антенны.

Коэффициент стоячей волны (КСВ, от англ. standing wave ratio, SWR) – отношение наибольшего значения амплитуды напряженности электрического или магнитного поля стоячей волны в пучностях линии передачи к амплитуде в узлах.

Коэффициент усиления антенны (G), выраженный в единицах дБи, указывает, насколько значение коэффициента усиления антенны в децибелах больше по сравнению с гипотетической изотропной антенной, если предположить, что на две антенны подавали одинаковую мощность.

Результаты этих параметров представлены на рис. 4 – 6.

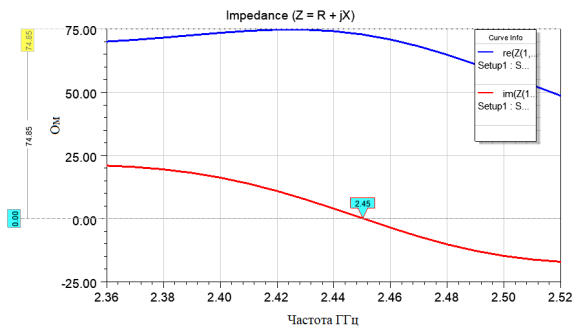


Рис. 4. Входной импеданс

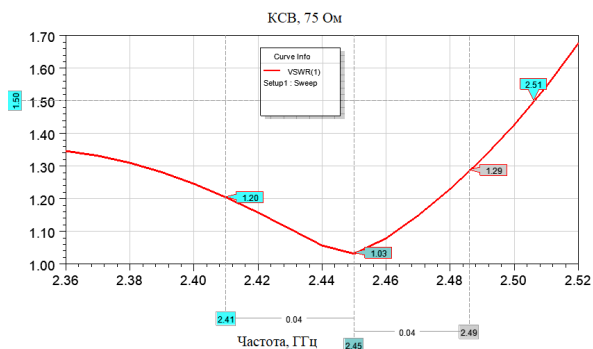


Рис. 5. КСВ при импедансе в 75 Ом

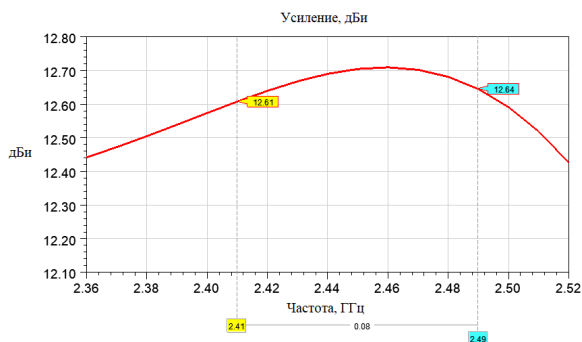


Рис. 6. Коэффициент усиления антенны

После успешных результатов проектирования и сборки макета была произведена проверка устройства на выполнение задач по улучшению сигнала в местах с плохим покрытием сети, где прибор показал высокие результаты. Усилитель улавливал слабый сигнал и увеличивал его по мощности, при этом сохраняя форму.

Библиографический список

1. Сажнев А. М., Роголина Л. Г. Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2021. 204 с.
2. Новожилов О. П. Электроника и схемотехника: в 2 ч. Ч. 1: учебник для среднего профессионального образования. М.: Юрайт, 2021. 382 с.
3. Формирование колебаний и сигналов: учебник для вузов / Под ред. В. Н. Кулешова, Н. Н. Удалова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2021. 391 с.

УДК 004.421

Д. М. Листопад

студент факультета СПО

Г. Ф. Харитонов – научный руководитель

РАЗРАБОТКА ИГРЫ НА UNITY ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

Отмечена популярность современных компьютерных игр. Показаны преимущества движка Unity и языка программирования C# для программирования компьютерных игр. Предложено в качестве примера создание игры «крестики-нолики».

Рассмотрим процесс создания компьютерной игры. Первым этапом необходимо выбрать движок для игры. На данный момент существует большое количество движков. Есть движки, которые подходят под конкретные жанры игр, например, квест или визуальная новелла, но также есть движки, которые подходят для большинства жанров, такие как Unreal Engine и Unity. Для начинающих разработчиков лучше всего выбрать Unity, так как у него есть ряд преимуществ:

- бесплатный;
- имеет множество плагинов;
- доступный интерфейс;
- можно разрабатывать для всех платформ.

После того как выбран движок, необходимо выбрать язык программирования, с помощью которого будут создаваться и обрабатываться события. Если рассматривать движок Unity, то есть два варианта – JavaScript и C#. JavaScript – легкий для понимания, но он плохо подходит для программирования сложных игр, так как не имеет строго типизированной структуры, а также объектно-ориентированного подхода к программированию. C# лучше для создания и конструирования игр, но он сложнее чем JavaScript.

Итак, после выбора движка и языка программирования, стоит научиться правильно ими пользоваться. На данный момент существует множество книг и курсов. Для начинающих программировать в языке C# одним из лучших вариантов будет книга Герберта Шилдта – «C# 4.0». Для работы с Unity следует прочесть книгу Джереми Гибсона Бонда – «Unity геймдев от идеи до реализации». Существует также множество платформ с курсами.

Рассмотрим работу с движком и языком на примере игры «крестики-нолики».



Рис. 1. Пример фона для игры «крестики-нолики»

Для начала необходимо найти или нарисовать модели. Для крестиков-ноликов, нужно создать фон, (рис. 1), поле и крестик с ноликом, чтобы игра выглядела равномерно, стоит выбрать единую стилистику. Например, можно взять китайскую стилистику. Для фона берем полотно с орнаментом, с помощью графических редакторов добавим ветви дерева сакура, а игровое поле сделаем из бамбука.

Фишки для крестика и нолика можно сделать в виде камней, чтобы они не выбивались из стилистики, внешний вид фишки представлен на рис. 2.



Рис. 2. Пример фишки для крестиков-ноликов

Рассмотрим работу с движком и языком. Есть разные варианты построения подобной игры. Например, для того чтобы создать поле и обрабатывать его значения, в C# создадим классы:

- AreaBuilder, в котором создадим нумерованный список со значениями Cross (крестик) Zero (нолик),
- Unset, и методы StartArea создает двумерный массив и по умолчанию во все ячейки присваивает значение Unset,
- Put отслеживает очередность ходов, и от нее ставит крестик или нолик,
- GetState возвращает значение клетки,
- SetSprite использует GetState, и ставит модельку крестика или нолика,
- OffAllButtons выключает все кнопки.

Для хранения вариантов побед создадим класс Presets, в котором объявляем еще один двумерный массив с вариантами побед.

Чтобы определить победителя создается класс Winners, где метод Same сравнивает значения главного поля и поля с победными значениями и возвращает крестик или нолик, если нашел совпадение.

GetWinner сравнивает значение метода Same со значениями из нумерованного списка и возвращает победителя, если совпадений нет, то возвращает ничью.

Метод GameOver создаётся для вывода на экран текста победителя. Метод ShowWinner берет возвращаемое значение из GetWinner и выводит на экран результат.

В Unity полем послужит ранее нарисованный фон. С помощью технологии GameCanvas добавляем кнопки и делаем их прозрачными. Лучше сделать игру в 2D, так как так мы привыкли ее видеть на бумаге.

Таким образом, мы получим готовый прототип игры, который можно показать своим друзьям.

Библиографический список

1. Бонд Д. Unity и C# геймдев от идеи до реализации. СПб.: Питер, 2019. 928 с.
2. Шилдт Г. C# 4.0. Полное руководство. М.: Вильямс, 2019. 1056 с.
3. Движок Unity – особенности, преимущества и недостатки. URL: <https://cubiq.ru/dvizhok-unity/> (дата обращения: 15.02.2022).
4. Программирование в Unity для опытных программистов. URL: <https://unity.com/ru/how-to/programming-unity> (дата обращения: 15.02.2022).

УДК 004.032.26

Г. Д. Макаров

студент факультета СПО

У. С. Опалева – научный руководитель

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ПОИСКЕ ПАТОЛОГИИ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА

Рассмотрены предпосылки использования машинного обучения с целью применения нейронных сетей для более точной диагностики заболеваний сетчатки глаза на основе фотоизображений оптической когерентной томографии. Приведены и проанализированы результаты работы проекта и их сравнение с подобным исследованием, выполненным на основе гораздо меньшей выборки. Описаны программные средства для реализации машинного обучения, а также интерфейса клиентского приложения, позволяющего получить заключение о наличии или отсутствии патологии сетчатки глаза.

Развитие компьютерных технологий и возможностей машинного обучения, в частности, нейронных сетей, позволяет с высокой степенью эффективности применять их для обработки и аналитики больших объемов данных [2]. Особенное значение это имеет в сфере, непосредственно связанной со здоровьем человека.

Очевидно, что грамотный подход к диагностике заболевания и ее высокая точность непосредственно определяет характер и результативность лечения. И если почти неразличимые невооруженным глазом изменения на рентгеновском снимке могут быть оставлены без внимания или нечаянно пропущены, то на помощь приходят специально обученные программные средства, позволяющие минимизировать вероятность ошибки.

Для реализации обучения нейронной сети в поиске патологии сетчатки глаза был выбран язык Python и фреймворк машинного обучения PyTorch [7]. Были использованы библиотеки: torchvision, torch, ImageFile, os, pandas и matplotlib. Первые две из них являются частью проекта PyTorch, другие используются соответственно для работы с изображениями, взаимодействием с функциями операционной системы, визуализации данных в виде научных графиков, а также их анализа и обработки. Интерфейс клиентского приложения был создан посредством языка программирования C# и платформы WPF (Windows Presentation Foundation).

Алгоритм работы программы заключается в том, что сначала активируется нейронная модель и загружаются файлы, которые содержат в себе результаты обучения по ранее активированной нейронной модели. Затем происходит трансформация изображения и определяется патология (диабетический макулярный отек (DME), хориоидная неоваскуляризация (CNV) или друзен (DRUSEN)). После чего создается текстовый файл и в него записывается результат. Затем текстовый файл используется в основной программе.

Обучение в разработанном проекте проводилось как на всех 100 % данных датасета с изображениями сетчатки глаза в нормальном состоянии и по перечисленным заболеваниям, так и на значительной части из них (порядка 30 %). В случае работы с полной выборкой требуется гораздо большее время на обучение и достигается меньший процент попаданий за счет значительного количества мало отличимых друг от друга изображений со снимками сетчатки глаза, чем с уменьшенным объемом более качественных данных. Но тем не менее положительная динамика процесса обучения прослеживается в обоих случаях. Начиная с 43 %, показатель точности доведен до 81 % и выше.

В итоге время самого обучения было сокращено в несколько раз.

Посредством среды Jupyter формируется веб-страница с выводом результатов работы скрипта python по обучению нейронной сети. На рис. 1 – 6 показаны фрагменты html-страниц с результатами обучения.

На рис. 1 – 3 продемонстрировано результаты обучения с частичным взятием данных из датасета. В каждой строке таблицы с результатами синим цветом выделена ячейка с правильным определением изображений данного вида патологии или нормы, а в остальных ячейках – число неверно распознанных изображений. На проверке с малым количеством данных – точность 90%, на среднем – 88%, на большом – 97%.

True Label	Predicted Label			
	CNV	DME	DRUSEN	Normal
CNV	7	0	1	0
DME	0	6	0	2
DRUSEN	0	0	8	0
Normal	0	0	0	8

Рис. 1. Результаты работы с малым количеством данных части датасета

True Label	Predicted Label			
	CNV	DME	DRUSEN	Normal
CNV	200	30	17	3
DME	10	209	15	16
DRUSEN	2	0	239	9
Normal	1	6	16	227

Рис. 2. Результаты работы со средним количеством данных части датасета

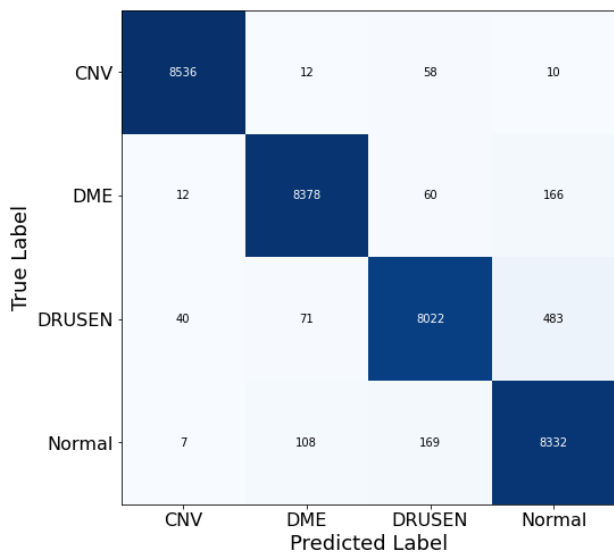


Рис. 3. Результаты работы с большим количеством данных части датасета

На рис. 4 – 6 показано обучение с полным взятием данных из датасета (порядка 8616 фото-изображений оптической когерентной томографии сетчатки (ОКТ)). На проверке с малым количеством данных – точность 90%, на среднем – 93%, на большом – 90%.

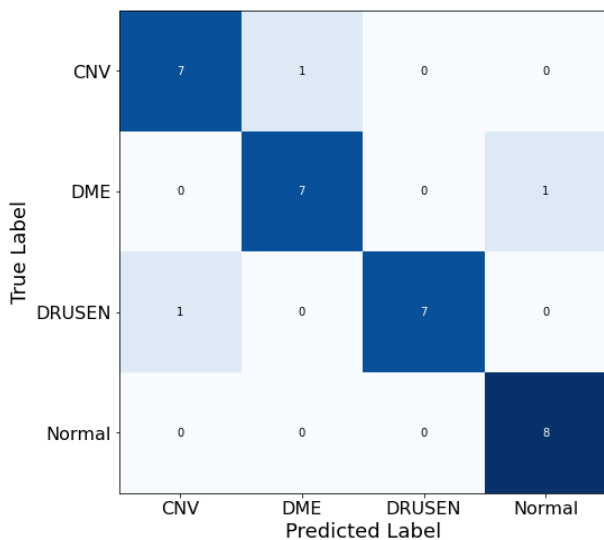


Рис. 4. Результаты работы с малым количеством данных всего датасета

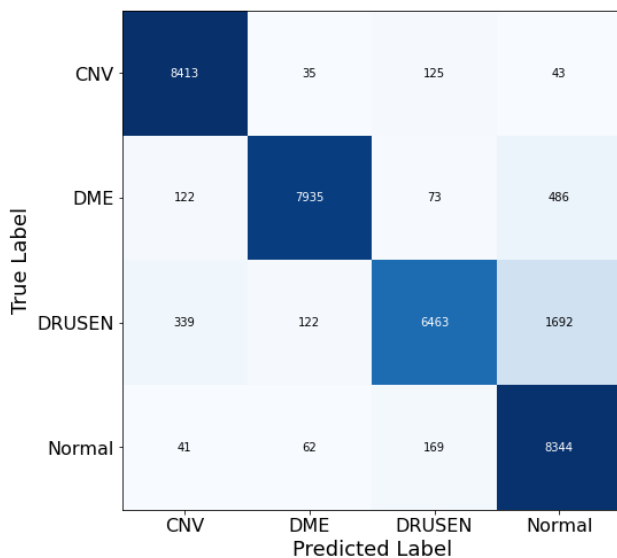


Рис. 5. Результаты работы со средним количеством данных всего датасета

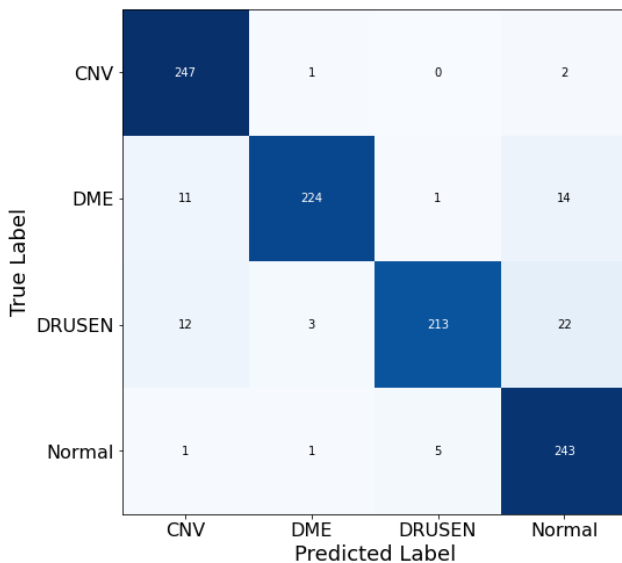


Рис. 6. Результаты работы с большим количеством данных всего датасета

Пример получения результата после серии из 20 эпох (каждая эпоха – это количество раз, когда алгоритм обучения видит полный набор данных) на клиентском приложении показан на рис. 7.

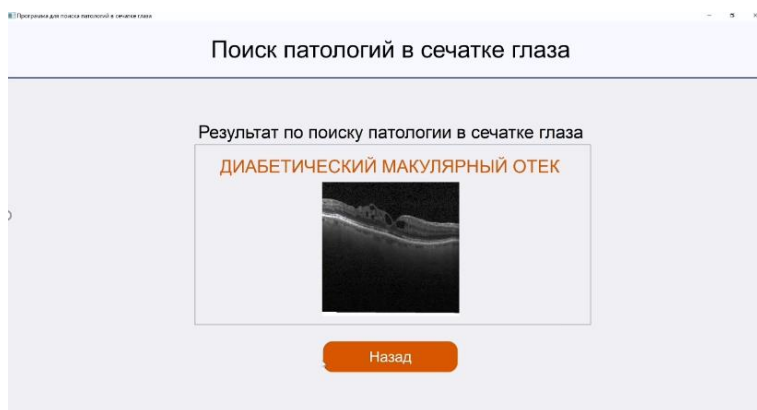


Рис. 7. Вывод результата работы алгоритма поиска после обучения сети

Интерес к подобным проектам по реализации машинного обучения растет. В открытом доступе опубликованы данные схожего исследования, но с гораздо меньшим процентом (всего 4% против 30% и 100%) взятия данных из исходного датасета с фотоизображениями оптической когерентной томографии сетчатки глаза [9]. Сравнительный анализ разработанного проекта с вышеуказанным отображен в табл. 1.

Таблица 1

Результаты сравнения разработанного проекта и проекта Machine Learning P1: OCT ResNet

Критерий сравнения	Разработанное программное решение		Проект Machine Learning P1: OCT ResNet
Объем выборки для обучения из датасета	100%	30 %	4%
Наличие приложения	+		–
Результаты обучения	0,90	0,88	0,94
Время обучения на одной машине	6 часов	3 часа	8 часов
Результаты обучения при 20 эпохах	0,78	0,81	0,81
Время обучения на одной машине при 20 эпохах	50 минут	35 минут	час

Для работы самообучающейся нейронной сети был взят датасет с данными, состоящий из изображений, которые были отобраны из ретроспективных когорт взрослых пациентов из Института глаза Шили Калифорнийского университета в Сан-Диего, Калифорнийского научно-исследовательского фонда сетчатки глаза, Медицинского центра офтальмологии Associates, Шанхайской первой народной больницы и Пекинского глазного центра Тонгрена в период с 1 июля 2013 г. по 1 марта 2017 г. [8].

В результате проведенной работы по обучению нейронной сети в поиске патологии сетчатки глаза можно сделать вывод о достаточной эффективности примененного алгоритма обучения, имея в виду высокие показатели точности диагностики типа заболевания.

Для того чтобы разработанное программное средство стало несомненным фаворитом среди конкурентов, следует добавить дополнительные архивы данных для распознавания более широкого спектра заболеваний, а также модернизировать код для приближения точности определения патологии

к 100%. В этом случае предполагается введение приложения в эксплуатацию с внедрением программы в медицинские приборы для практически моментальной и качественной диагностики имеющейся патологии сетчатки глаза.

Библиографический список

1. Гифт Н. Прагматичный ИИ. Машинное обучение и облачные технологии. СПб.: Питер, 2019. 304 с.
2. Гладилин П. Е., Боченина К. О. Технологии машинного обучения. СПб.: Университет ИТМО, 2020. 75 с.
3. Микелуччи У. Прикладное глубокое обучение. Подход к пониманию глубоких нейронных сетей на основе метода кейсов / Пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2020. 368 с.
4. Рашид Т. Создаем нейронную сеть / Пер. с англ. СПб.: Альфа-книга, 2017. 272 с.
5. Нейросети и глубокое обучение, глава 1: использование нейросетей для распознавания рукописных цифр. URL: <https://habr.com/ru/post/456738>. Машинное зрение. (дата обращения: 01.05.2021).
6. Что это и как им пользоваться? Обработка изображений оптического источника URL: <https://habr.com/ru/post/350918/> (дата обращения: 01.05.2021).
7. Распознавание объектов на Python / Глубокое машинное обучение. URL: <https://itproger.com/news/raspoznavanie-obaektov-na-python-glubokoe-mashinnoe-obuchenie> (дата обращения: 01.05.2021).
8. Страница с датасетом (Dataset of validated OCT and Chest X-Ray images) <https://data.mendeley.com/datasets/rsbjbr9sj/2> (дата обращения: 01.05.2021).
9. Проект с реализацией машинного обучения (Machine Learning P1: OCT ResNet) <https://www.kaggle.com/heliarahimi/machine-learning-p1-oct-resnet> (дата обращения: 01.05.2021).

УДК 621.3-1/8

В. А. Митюшенкова

студентка факультета СПО

Р. А. Макаров – научный руководитель

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ НА ЛАЗЕРНОМ СТАНКЕ

В статье описывается, что такое печатная плата, виды плат. Основная часть посвящена субтрактивному методу изготовления печатных плат. Описаны все этапы создания печатной платы субтрактивным методом, а также наглядно показаны все недостатки и преимущества данного способа изготовления.

Современный мир электроники немыслим без печатных плат. Они составляют основу любого электронного изделия, входя в состав компьютеров, сотовых телефонов и военной техники. Появившись более 100 лет назад, эта часть устройства ознаменовала огромный скачок в развитии радиоэлектронной аппаратуры.

Печатная плата – это пластина (диэлектрик), на поверхности которой каким-либо образом нанесены электропроводящие дорожки с контактными площадками для подсоединения радиоэлементов.

Основные виды электрических плат:

– односторонние электрические платы. Как следует из названия, только одна сторона однослойной платы предназначена для размещения схемы. Состоят из слоя подложки, который образует основу платы, а второй слой представляет собой проводящий слой, обычно сделанный из меди. Односторонние основания используются при изготовлении недорогой бытовой техники. Минусом данного вида плат являются большие габариты.

– двухсторонние – на диэлектрическом слое с двух сторон наносятся токопроводящие рисунки, что позволяет устанавливать на основание большее количество электрических элементов, расширить функционал, технические характеристики платы. Отверстия имеют металлизированные вставки. Благодаря им прочность скрепления отдельных деталей с основанием становится больше. Двухсторонние платы считаются наиболее популярными при изготовлении бытовой электроники. Недостатком данного вида плат является сложность конструкции, из-за этого появляются трудности с монтажом.

– многослойные печатные платы состоят из чередующихся «тонких» слоев диэлектрика и токопроводящего рисунка. В процессе производства все слои прессуются в одно целое – многослойное основание. Многослойные платы используются при производстве технически сложных устройств с высокой плотностью электронных компонентов. Их недостатком является сложность изготовления и ремонта, высокая стоимость.

Процессы изготовления электрических плат можно разделить на две большие категории: аддитивные (от латинского *additio* – прибавление) и субтрактивные (от латинского *subtratio* – отнимание).

Аддитивный метод – это такой метод, при котором печатный рисунок получают нанесением проводящие дорожки на поверхность диэлектрика с помощью 3D-печати, 2D-печати, используя различные чернила.

В применяемой технологии, описанной в данной статье, используется субтрактивный метод получения печатных плат. Технология нанесения рисунка печатной платы с помощью лазерного станка начинается с разработки принципиальной схемы проектируемого устройства, представленной на рис. 1. Принципиальная электрическая схема была разработана в среде EasyEDA.

Опытным путем, в ходе экспериментов было установлено, что при конвертировании принципиальной схемы в трассировку для печатной платы необходимо учитывать следующие ограничения, накладываемые технологией изготовления (рис. 2):

- ширина проводящей дорожки не менее 1 мм, так как при последующем травлении возможно появление непотравленных участков, которые приводят к короткому замыканию,
- расстояние между печатными дорожками не менее 0.5 мм, так как при последующем травлении возможно появление нежелательного контакта между дорожками, что приводит к короткому замыканию,

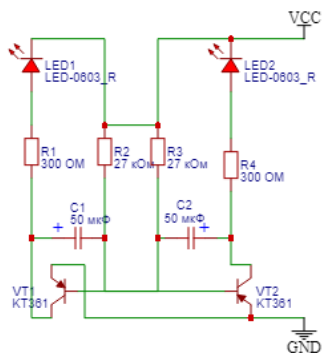


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема

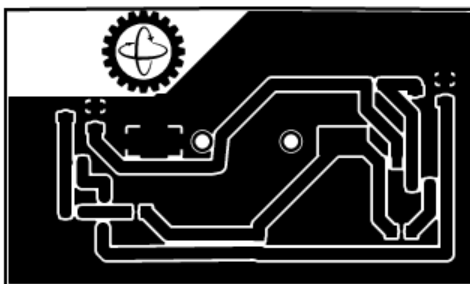


Рис. 2. Преобразование принципиальной схемы в печатную плату. Файл трассировки

– диаметр контактной площадки не менее 1 мм, так как при последующем травлении теряется возможность подать питание на плату.

В процессе создания печатной платы по этой технологии выполняем защиту будущих дорожек на листе стеклотекстолита, нанося слой акриловой краски путем распыления. Затем помещаем заготовку в станок лазерной резки (SF640), загружаем файл трассировки, используя программу RDWorks8, симуляция процесса представлена на рис. 3, процесс обработки лазерным станком на рис. 4. В программе указываются следующие настройки:

- MinPower (минимальная мощность лазерного излучателя, используется на медленных участках обработки материала, например в углах),
- MaxPower (максимальная мощность лазерного излучателя, используется для задания мощности при движении по прямой),
- точка начала координат относительно которой выполняется процесс резки.

Слабой стороной данного метода является построчная резка. На крупных платах данный вид обработки занимает продолжительное время.

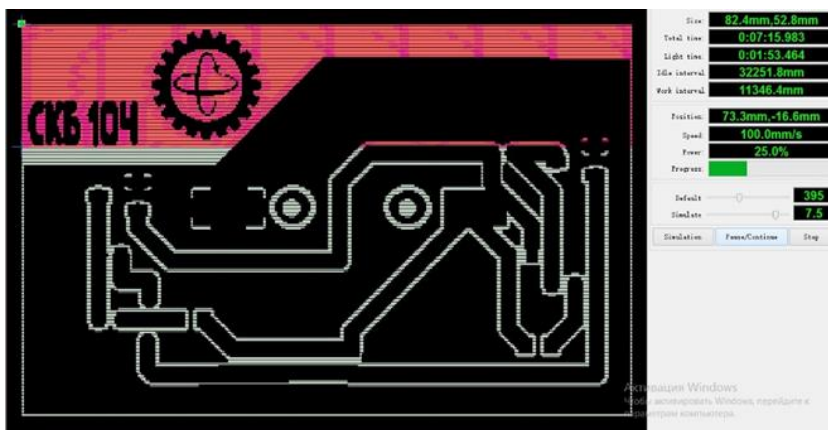


Рис. 3. Симуляция выжигания защитного слоя для последующего травления

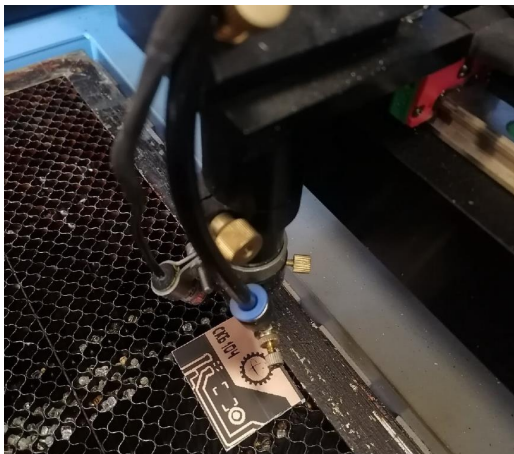


Рис. 4. Обработка лазерным станком

После обработки лазерным станком необходимо провести процесс травления для того, чтобы удалить поверхностный слой материала с заготовки под действием химических веществ. Травление происходит с помощью раствора перекиси водорода 3 % (H_2O_2), поваренной соли ($NaCl$) и лимонной кислоты ($C_6H_8O_7$), процесс представлен на рис. 5. Расчет количества компонентов происходит по формулам:

$$m = S$$

$$n = S \cdot 0,05$$

$$k = S \cdot 0,3,$$

где S – площадь платы в cm^2 ; m – объем содержания раствора перекиси водорода; n – количество столовой соли, гр; k – масса лимонной кислоты, гр.



Рис. 5. Процесс травления печатной платы

Расчет для платы площадью 17,5 см²:

$$m = 5 \cdot 3,5 = 17,5 \text{ см}^2$$

$$n = 17,5 \cdot 0,05 = 0,875 \text{ гр}$$

$$k = 17,5 \cdot 0,3 = 5,25.$$

Для качественного протекания процесса, нужно:

- налить в небольшую ванночку m мл перекиси водорода,
- опустить в нее плату и засыпать k лимонной кислоты,
- добавить n соли.

Начинается реакция с выделением водорода (H²), жидкость быстро меняет свой цвет из прозрачного в синий из-за образования медного купороса (CuSO⁴). Реакция протекает в течение 3–4 часов. Если добавить в раствор соль или если поддерживать температуру раствора в районе 40–50 °С, то реакция протекает быстрее.

Травление можно считать законченным, когда перестает выделяться водород.

По окончании процесса травления необходимо извлечь плату из раствора, убрать остатки раствора с платы и очистить дорожки от защитного слоя, результат представлен на рис. 6 и 7.

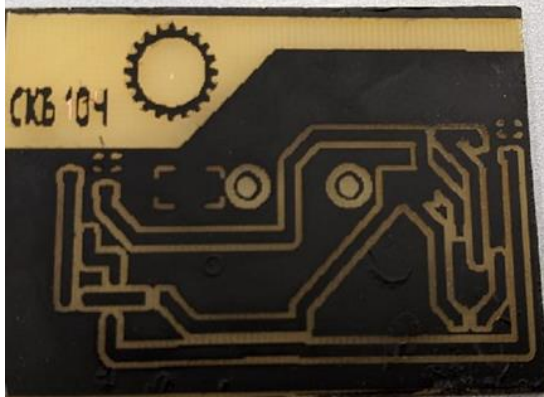


Рис. 6. Плата после извлечения из раствора

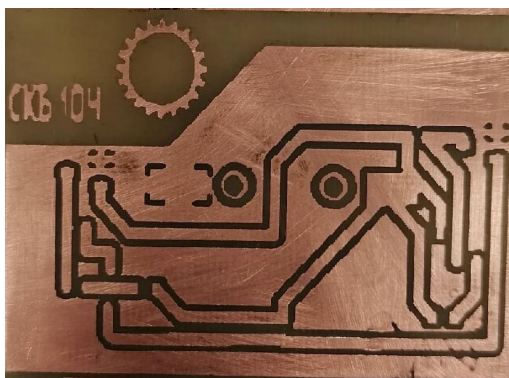


Рис. 7. Очищенная печатная плата от защитного слоя

При выполнении работ данного этапа могут возникнуть следующие проблемы:

- неравномерное распределение защитного слоя может привести к тому, что на некоторых участках печатной платы лазерный станок не сможет прорезать дорожки,
- если передержать плату в растворе, то повреждаются дорожки (рис. 8 и 9),
- если не до конца провести процесс травления, то возникает риск, что из-за остатков меди произойдет короткое замыкание,
- существует эффект бокового подтравливания токоведущих дорожек, что приводит к короткому замыканию.

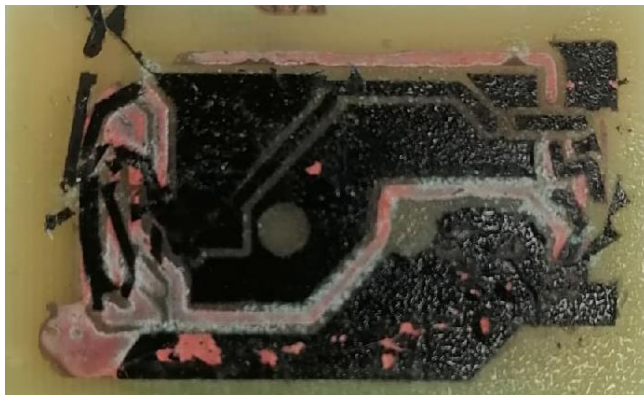


Рис. 8. Печатная плата с поврежденными дорожками

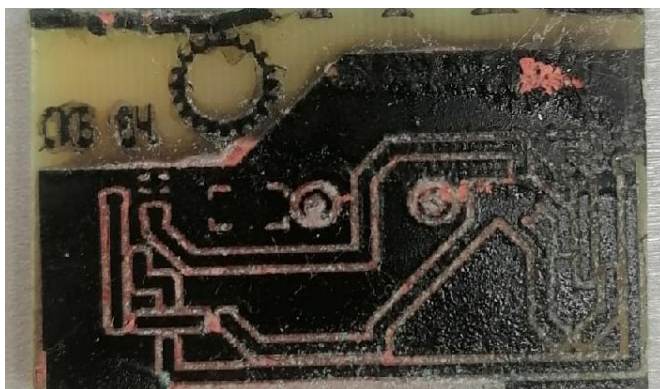


Рис. 9. Печатная плата с поврежденными дорожками, остатками меди

В данной статье подробно рассмотрено изготовление печатных плат субтрактивным методом. Основываясь на практическом опыте, можно выделить следующие достоинства применения метода:

- низкая себестоимость,
- короткий технологический цикл изготовления.

Недостатки:

- непроизводительный расход меди (около 60–90% фольги удаляется в процессе травления),

– из-за образования больших объемов отработанных травильных растворов возникают дополнительные проблемы с их регенерацией, утилизацией и т. д.

Законченное изделие на основе печатной платы, произведенной описанным в статье способом представлено на рис. 10.

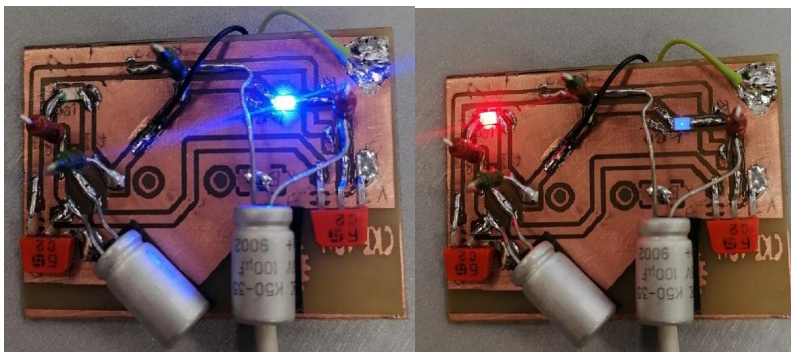


Рис. 10. Изготовленная печатная плата

Библиографический список

1. Печатная плата. URL: <https://masterkit.ru/blog/lessons/urok-2-1-pechatnaya-plata> (дата обращения: 16.03.2022).
2. Методы производства печатных плат. URL: <https://ictech.com.ua/wp-content/uploads/2019/11/9.pdf> (дата обращения: 16.03.2022).
3. Метод изготовления печатных плат. URL: <https://saifontech.ru/blogs/metody-izgotovleniya-pechatnyh-plat> (дата обращения: 16.03.2022).
4. PCBMay. 8 различных типов печатных плат. URL: <https://www.pcbmay.com/ru/печатная-плата/> (дата обращения: 16.03.2022).

УДК 004.8

А. И. Смирнов

студент факультета СПО

Г. И. Король, И. Л. Рохманько – научные руководители**ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ «УМНЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК»**

Приводится общее описание работы разрабатываемой системы, которая позволяет производить бескассовые покупки товаров из холодильника. Ключевыми элементами разрабатываемой программно-аппаратной системы с искусственным интеллектом являются техническое зрение и искусственные нейронные сети. Дается пояснение применения одного из методов кластеризации, а именно метода k-средних. Поясняются принципы и задачи CVAT и значимость разметки данных.

В настоящее время прослеживается тенденция на цифровизацию персональных сервисов. Не обходит это стороной и розничные продажи. К 2022 г. уже существует ряд разработок и патентов на системы бескассовой покупки товаров. Мы разрабатываем систему, которая будет интегрирована в продуктовый холодильник. Система позволит производить покупки товаров сразу из холодильника, просто извлекая товар, минуя кассы.

Проводимые нами исследования свидетельствуют о том, что подобные системы и сервисы на данный момент слабо развиты, но крайне востребованы. Отсутствие широкого применения данных систем свидетельствует о ряде сложностей при их реализации, одной из которых, например, является отсутствие нужного количества подготовленных данных.

Одним из преимуществ разрабатываемой нами системы является возможность ее интеграции в уже размещенные на торговых площадях холодильники.

Управление со стороны пользователя будет реализовано в виде мобильного приложения.

По ходу реализации проекта необходимо решить ряд задач:

– сбор и подготовка данных о номенклатуре товаров, планируемых к реализации через холодильники;

– анализ и написание алгоритма искусственного интеллекта для идентификации и контроля наличия товара в холодильнике;

– подготовка системы контроля на стороне сервера;

– разработка мобильного приложения для пользователя.

Разрабатываемая система позволяет решить сразу две остросоциальных проблемы, которые стоят перед некоторыми людьми, приобретающими товары в розничных магазинах. Первая проблема – неудобство оплаты покупок. Благодаря разрабатываемой системе человеку не требуется никаких действий, кроме сканирования QR-кода холодильника своим смартфоном и выбора продукта, который он хочет приобрести. Второй решаемой проблемой становится возможность избегания нежелательных социальных контактов.

В процессе работы над проектом был проведен сравнительный анализ аналогичных систем. Одной из таких систем стала «Здесь.Еда». Принцип работы этой системы заключается в следующем: покупатель у прилавка сканирует каждую группу товаров отдельно. Например, если человеку нужна бутылка воды, тогда сканируется код под категорией «Вода». Системами безопасности являются камеры видеонаблюдения и весы на полках. Все это в совокупности представляет собой перегруженную на наш взгляд систему.

Разрабатываемая нами система лишена этих недостатков. Преимуществами нашего проекта являются:

– безопасность;

– скорость;

– простота использования;

– возможность интеграции дополнительного функционала;

– отсутствие необходимости в сканировании продуктов.

Безопасность в нашем случае обеспечена тем, что товар находится закрытым, пока не открыта дверь холодильника. Открыть холодильник можно только просканировав QR-код. Подобный метод верификации необходим и достаточен для возможности совершения бескассовой покупки товаров.

Высокую скорость и простоту работы системы обеспечивает интуитивный интерфейс приложения. Покупателю необходимо лишь установить мобильное приложение на свой смартфон. Функционал приложения обеспечивает поиск необходимых товаров, холодильников, в которых они есть, и их оплату.

Интеграция дополнительного функционала выражена в возможности проведения онлайн мониторинга состояния товаров в холодильнике. Такой мониторинг будет осуществляться предустановленными в холодильнике видеокameraми. Отслеживаемыми параметрами могут являться такие параметры, как: наличие товара на полке холодильника, его состояние, срок годности и другие.

Отсутствие необходимости в сканировании продуктов является одной из ключевых идей предлагаемой системы, что реализовано при помощи камер технического зрения и предварительно обученной искусственной нейронной сети.

Все больше предметов повседневного использования трансформируются в гаджеты. В реализуемой системе продуктовой холодильник выступает в роли гаджета. «Умным» холодильнику позволяют стать интегрируемые в него системы. Одной из таких систем является система технического зрения. Данная система служит для контроля состояния продуктов в холодильнике, а также для функционирования системы искусственного интеллекта. Предполагается размещение над каждой полкой холодильника по две камеры. Их количество обусловлено заявляемыми характеристиками системы. На данном этапе мы используем веб-камеры LogitechHDProWebcamC920 (2 штуки) со следующими характеристиками:

- матрица – 3 млн пикс., CMOS;
- разрешение (видео) – 920x1080;
- максимальная частота кадров – 30 Гц;
- поддержка режимов 1920x1080 – 30 Гц;
- интерполированное разрешение в мегапикселях (фото) – 15 млн [1].

Второй интегрируемой системой является искусственный интеллект. Он реализован в виде обученной искусственной нейронной сети. Обучение искусственной нейронной сети происходило по подготовленным данным, которые соответствовали заранее обозначенной номенклатуре товаров. Данные были размечены с помощью технологии CVAT (Computer Vision AnnotationTool). CVAT – это веб-инструменты для аннотирования изображений.

Разметка – это распределение объектов на определенные группы для обучения нейронной сети. Всего было подготовлено более 1000 фотографий.

При помощи предлагаемого подхода стала возможной реализация нескольких подсистем в проекте. Искусственный интеллект позволяет однозначно распознавать какой именно объект находится перед камерой, а также отследить перемещение товара в холодильнике. Например, если покупатель отказался по каким-либо причинам приобретать товар и вернул его не на то место, с которого взял. Также система позволяет вести учет товара в онлайн режиме. На основе этих данных становится возможным построение системы предиктивного анализа таких параметров как: востребованность конкретных позиций в конкретных холодильниках; возможность индивидуального ценообразования в зависимости от лояльности пользователя к системе.

Для отображения статистики на основе полученных данных существует кластеризация. Кластеризация – это воплощение наших данных в виде определенной математической функции. Рассмотрим для примера кластеризацию методом K-средних. Итак, как же определять «похожесть» объектов? Для начала нужно составить вектор характеристик для каждого объекта – как правило, это набор числовых значений, например, размер-вес бутылки. Однако существуют также алгоритмы, работающие с качественными, так называемыми категориальными характеристиками.

После того как мы определили вектор характеристик, можно провести нормализацию, чтобы все компоненты давали одинаковый вклад при расчете «расстояния». В процессе нормализации все значения приводятся к некоторому диапазону, например, [-1, -1] или [0, 1].

Наконец, для каждой пары объектов измеряется «расстояние» между ними – степень похожести. Существует множество метрик, вот лишь основные из них:

1) евклидово расстояние. Наиболее распространенная функция определения расстояния, вычисляемая по формуле

$$\rho(x, y) = \sqrt{\sum_i^n (x_i - y_i)^2}, \quad (1)$$

где x – первый объект; y – второй объект; i – номер объекта;

2) квадрат евклидова расстояния. Применяется для придания большего веса более отдаленным друг от друга объектам. Это расстояние вычисляется согласно формуле

$$\rho(x, y) = \sum_i^n (x_i - y_i)^2; \quad (2)$$

3) расстояние городских кварталов (манхэттенское расстояние). Это расстояние является средним разностей по координатам. В большинстве случаев эта мера расстояния приводит к таким же результатам, как и для обычного расстояния Евклида. Однако для этой меры влияние отдельных больших разностей (выбросов) уменьшается, поскольку они не возводятся в квадрат. Рассчитывается манхэттенское расстояние по формуле

$$\rho(x, y) = \sum_i^n |x_i - y_i|; \quad (3)$$

4) расстояние Чебышева. Это расстояние может оказаться полезным, когда необходимо определить два объекта как «различные», если они различаются по какой-либо одной координате. Расстояние Чебышева вычисляется по формуле

$$\rho(x, y) = \sum_i^n \max(|x_i - y_i|); \quad (4)$$

5) степенное расстояние. Применяется в случае, когда необходимо увеличить или уменьшить вес, относящийся к размерности, для которой соответствующие объекты сильно отличаются. Степенное расстояние вычисляется по формуле

$$\rho(x, y) = \sqrt[r]{\sum_i^n (x_i - y_i)^p}, \quad (5)$$

где g и p – параметры, определяемые пользователем.

Параметр p отвечает за постепенное взвешивание разностей по отдельным координатам, а параметр g ответственен за прогрессивное взвешивание больших расстояний между объектами. Если оба параметра g и p равны двум, то это расстояние совпадает с расстоянием Евклида.

Выбор метрики полностью лежит на исследователе, поскольку результаты кластеризации могут существенно отличаться при использовании разных метрик

Основная концепция работы проекта. На объекте имеется холодильник. В холодильнике над полками по углам сверху расположены две камеры, которые контролируют продукты, находящиеся в холодильнике на текущий момент. Дверь закрывается магнитами. У клиента на смартфоне имеется мобильное приложение. Просканировав QR-код на холодильнике, пользователь открывает дверь холодильника. Далее клиент может взять любой продукт из холодильника. Нейронная сеть распознает отсутствие определенного продукта в холодильнике. Клиенту минута на осмотр продуктов, если ему это необходимо. Затем он может вернуть продукт в холодильник или забрать с собой. Если клиент забирает продукт, происходит автоматическое списание денежных средств.

Нейронная сеть имеет почти идеальную точность в определении продуктов за счет того, что была обучена более чем на 1000 фотографиях. Более вам не требуется взаимодействовать с кассирами или электронными кассами. Так же система улучшает общую безопасность при покупке товара. Клиент не сможет забрать товар, не заплатив за него.

Еще один плюс системы – это ее стоимость: из оборудования требуются только камеры и рабочий ноутбук или ПК.

Проведенные исследования и разработки были осуществлены на базе лаборатории Искусственного интеллекта ГУАП. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения дальнейших исследований и разработок по данному направлению, ввиду своей актуальности и востребованности.

Библиографический список

1. Веб-камера Logitech HD Pro Webcam C920. URL: <https://market.yandex.ru/product--veb-kamera-logitech-hd-pro-webcam-c920/7878358/spec?сра=1> (дата обращения: 18.03.2022).
2. Сверточные сети для семантической сегментации изображений. URL: <https://docplayer.com/58011954-Svyortochnye-seti-dlya-semanticheskoy-segmentacii-izobrazheniy-mihail-figurnov-vmk-mgu-2014.html> (дата обращения: 15.03.2022).
3. Обзор алгоритмов кластеризации данных. URL: <https://habr.com/ru/post/101338/> (дата обращения: 19.03.2022).
4. NFC технологии в общепите. Бесконтактное меню. URL: <https://vc.ru/food/288803-nfc-tehnologii-v-obshchepite-beskontaktnoe-menyu> (дата обращения: 13.03.2022).

УДК 004.057.4

Р. А. Терехов

студент факультета СПО

Е. Г. Зубок – научный руководитель

ПРОТОКОЛЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Приводится описание и разновидности протоколов передачи данных, приведены основные сферы для разработки протоколов передачи данных в сети Интернет. Показана необходимость использования современных средств при передаче данных.

Протоколы используются для передачи всей информации по Интернету с момента его появления по сегодняшний день. Протокол – это набор определенных правил или соглашений интерфейса логического уровня, который определяет обмен данными между различными программами. Эти правила задают единообразный способ передачи сообщений и обработки ошибок. То есть они позволяют компьютерам отправлять данные в определенном формате и принимать их в данном формате. Устройство каждого человека, использующего Интернет, ежедневно обменивается с миром сотнями и тысячами пакетов информации. Таким образом, каждый компьютер, претендующий на работу в сети, должен следовать определенным правилам для приема и передачи данных. Пакеты достигают своего местоположения и сохраняют целостность именно благодаря протоколам. Они используются при воспроизведении видео и аудио (UDP, TCP/IP), при непосредственной передаче файлов от источника к приемнику (FTP), для обеспечения безопасного соединения между компьютерами (SSH) и т. д.

Протоколы передачи данных являются неотъемлемой частью жизни каждого современного человека: для работы прикладных программ, таких как программы электронной почты, требуется не только правильно упаковать информацию в пакеты и отправить их, но и необходимо четко договориться о содержимом этих пакетов, а также о процедуре обмена пакетами. Так, например, для получения письма необходимо предьявить пароль обладателя почтового ящика, а это уже целая последовательность действий. Таким образом, необходимы и другие протоколы. Их появление способствовало созданию Интернета, а также определило основные принципы существования и работы единиц информации во всемирной паутине.

На данный момент существует большое количество протоколов передачи данных, однако почти все из них являются либо устаревшими, либо расширением или дополнением такого же протокола старой версии. Например, TCP, UDP, IRC, IMAP, SMTP были разработаны в 80-х годах прошлого века и используются по сей день, точно также, как и протоколы TFTP, SFTP, FTPS, Multicast FTP, Multisource FTP, которые являются подвидами или расширениями протокола FTP. Все из них активно используются в современном Интернете, но некоторые являются проприетарными или узконаправленно разработанными для конкретной операционной системы или программного обеспечения (ПО), то есть их можно было бы объединить в одно расширение и остановить работу текущих протоколов. Это помогло бы избавиться от большого количества названий, отдельных спецификаций и позволило бы разработчикам ПО не предоставлять дополнительную и лишнюю совместимость.

Приведем в пример ситуацию с глобальными IP-адресами. В 2017 г. полностью закончились IPv4 адреса, что значило невозможность выдавать их пользователям для свободной деятельности в Интернете. Для решения данной проблемы было также создано множество протоколов, несмотря на то, что единственным долгосрочным решением является только переход на IPv6. Исчерпание адресов было предсказано еще за 30 лет до его наступления, но частными компаниями также ничего не было предпринято: Интернет провайдеры начали внедрять IPv6 только в конце 2000-х гг. Рано или поздно придется перейти на IPv6 адреса, но до этого момента будет создаваться все больше и больше протоколов, которые после перехода останутся «мертвым грузом», который нельзя будет убрать из-за обратной совместимости в течение еще нескольких лет [1].

Некоторые протоколы, наоборот, очень полезны и востребованы в своей сфере. Так, например, протокол TLS (защиты транспортного уровня) в 2018 г. был утвержден в новый стандарт на замену устаревшему и менее безопасному предшественнику SSL.

Протокол HTTP получил очень широкое распространение из-за чего в настоящее время может выполнять множество других функций, отличных от передачи информации о веб-сайтах. Тем самым возможно отказаться от протокола FTP, несмотря на его не менее широкое распространение, так как в скором времени возможности компьютеров увеличатся и FTP потеряет ряд своих преимуществ [2].

Существует несколько активно используемых протоколов передачи данных для удаленного доступа: rlogin, telnet, SSH, RDP. Среди них можно выделить SSH. Он является наиболее развитым и продвинутым среди остальных и имеет полное шифрование всей информации, что делает его самым востребованным. То есть возможна остановка работы остальных протоколов и переход некоторых приложений на SSH, как на более безопасный и перспективный протокол [3].

Прикладные протоколы передачи данных в современное время разрабатываются частными компаниями (например, Bitcoin – для работы с одноименной криптовалютой и MTPProto – криптографический протокол компании Telegram). Тут не получится изменить что-то кроме отказа от использования протоколов устаревших приложений. Возможно объединить все протоколы в один, специально разработанный, а также возможна замена на распространенные альтернативы протоколов со слегка дополненным функционалом.

Протоколы были созданы по причине сложности контроля передачи всей информации, логично и удобно было использовать ее разбиение в Интернете на маленькие самостоятельные разделы, за каждый из которых отвечал бы отдельный протокол. Сейчас разбиение используется при всех возможных случаях, в связи с чем затруднен контроль всех существующих протоколов. При необходимости изменения какой-либо части сети можно было лишь модифицировать стандарт протокола, а не перестраивать сеть, что в скором времени перестанет быть возможным из-за нагроможденности протоколов, временно решающих задачи и остающихся в Интернете ради обратной совместимости. Тем самым протоколы теряют свою первоначальную функциональность и плавно перенимают «чужие» возможности, оставляя для решения одной проблемы множество альтернатив и вариантов.

Нагроможденность не является единственной причиной для отказа от многих устаревших протоколов. Раньше, во время формирования Интернета, очень мало внимания уделялось безопасности, из-за чего некоторые ключевые в сети протоколы стали основой для хакерских атак.

BGP (протокол граничного шлюза) – основной протокол динамической маршрутизации в Интернете. Он используется роутерами для обмена информацией об изменениях в топологии Интернета (о достижимости подсетей между группами маршрутизаторов), что делает его одним из старейших ключевых сетевых протоколов. Действующая версия BGP датируется 1994 г. Из-за BGP данные легко можно подменить фальшивкой – например, с какого IP-адреса пришел пакет. На этой уязвимости основан спуфинг. Он применяется с целью сокрытия истинного адреса атакующего. В настоящее время эта уязвимость не поддается «починке». А из-за фундаментального значения BGP его нельзя быстро и безболезненно заменить.

SMTP разрабатывался как простейший способ доставки почты от пользователя к пользователю в те времена, когда Интернет был юн, а разработчики не думали о возможных угрозах. С тех пор вышло несколько расширений к протоколу, предназначенных для усиления его безопасности, однако кардинально улучшить SMTP нельзя – и подделка адреса отправителя письма является на сегодня вполне возможной.

DNS (система доменных имен, разработана в 1983 г.), «переводящий» IP-адреса в доменные имена, является основополагающим интернет-протоколом. Он стал привычной целью для хакерских атак, использующих его уязвимости и низкий уровень защищенности софта, им управляющего. Для решения этой проблемы начали создаваться новые протоколы. Начиная с 2010 г. в DNS внедряются средства проверки целостности передаваемых данных, называемые DNS Security Extensions (DNSSEC). Передаваемые данные не шифруются, но их достоверность проверяется криптографическими способами. К сожалению, DNSSEC не идеальное решение – он может создать помехи для работы DNS-сервера под высокой нагрузкой, также его возможно использовать для организации DDoS-атак. Лучшим решением этой проблемы было бы кардинальное обновление существующего протокола, но это также невозможно из-за его ключевой значимости в Интернете.

Можно выделить несколько основных сфер для разработки протоколов передачи данных в сети Интернет.

1. Передача файлов и текстовой информации.
2. Передача потоковых аудио и видео.
3. Удаленный доступ.
4. Почта.
5. Объединение протоколов частных компаний.

Передача файлов и текстовой информации. В этой сфере произойдет замена TCP – передача данных, FTP – передача файлов от сервера к клиенту, HTTP – передача информации о веб-странице и подобных протоколов на один общий, объединяющий все вышеуказанные функции в одном месте, что позволит разработчикам и пользователям легче работать с веб-сайтами и файлами из Интернета. Все эти протоколы придерживаются архитектуры клиент-сервер, представленной на рис. 1, т. е. клиент делает запрос, а сервер посылает на него ответ, больше никакого функционала нет, поэтому в протоколе нового поколения необходимо будет добавить лишь способность различать типы данных и работать в многопоточном режиме [2].

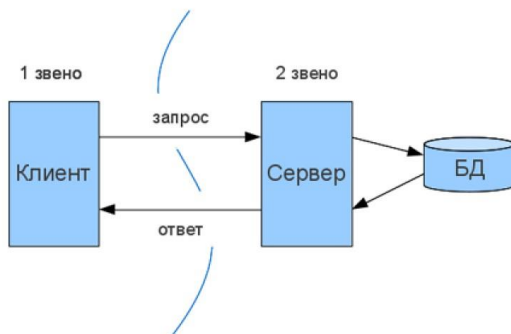


Рис. 1. Архитектура «сервер-клиент»

Передача потоковых аудио и видео. Обычно для этого используют протокол UDP или его проприетарные аналоги, но в наше время также это может быть и TCP. UDP посылает датаграммы с данными «поточно», не проверяя дошел ли пакет. В датаграмме содержится важный параметр: это контрольная сумма (табл. 1). Так, клиент перед использованием датаграммы определяет, является ли доставленный ему пакет целым (сравнение контрольной суммы и веса пакета) и в нужном ли порядке он дошел. Если порядок не тот, то датаграмма выбрасывается, а если не хватает данных в пакете, то он используется и с потерями, ведь если в видео на одном кадре будет отсутствовать пара пикселей, никто этого не заметит. То же самое и с аудио. Эти протоколы можно заменить одним, более безопасным, для того чтобы не возникало никаких конфликтов при передаче потоковой информации.

Таблица 1

Датаграмма UDP

Порт источника	Порт назначения
Длина UPD-сегмента	Контрольная сумма UPD
Данные	

Удаленный доступ. Протоколы удаленного доступа и управления существуют для организации взаимодействия клиентской и серверной частей программ удаленного управления, например, Telnet, login, SSH, RDP, VNC и др. Некоторые из этих протоколов открыты, их описание и использование доступно широкой публике. Некоторые программы удаленного управления, например, Radmin, используют для своей работы собственные закрытые протоколы. Протоколы удаленного доступа управляют

передачей данных по глобальным сетям. То, какой протокол удаленного доступа могут использовать клиенты, зависит от используемых клиентами и серверами удаленного доступа операционной системы и протоколов локальной сети. Протоколы удаленного доступа обычно придерживаются архитектуры клиент-сервер, поэтому, аналогично с протоколом передачи файлов и текстовой информации, это можно исправить путем усовершенствования протокола SSH для взаимодействия с различными системами [3].

Почта. Почтовый протокол SMTP работает по знакомой архитектуре клиент-сервер и предназначен для отправки сообщений с компьютера к адресату. Обычно доступ к серверу SMTP не защищается паролем, так что можно использовать для отправки писем любой известный сервер в сети. В отличие от серверов для отправки писем, доступ к серверам для хранения сообщений защищается паролем. Поэтому необходимо использовать сервер или службу, в которой существует учетная запись. Эти серверы работают по протоколам POP и IMAP, которые различаются способом хранения писем, но было бы проще объединить их с SMTP для равноправной и более простой работе как на клиенте, так и на сервере (рис. 2).

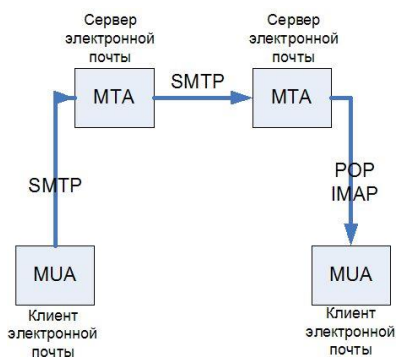


Рис. 2. Принцип работы почтовых протоколов

Объединение протоколов частных компаний. Как уже было сказано ранее, существуют проприетарные протоколы частных компаний и корпораций, таких как Microsoft, Telegram, Skype. Все они используют свои собственные протоколы. Все что их объединяет, это общий прикладной уровень относительно модели OSI. Было бы проще и удобнее их объединить под одним протоколом, который связывает приложения компании для работы по предоставленному протоколу. Это добавит производительности и даст им определенную классификацию.

Протоколы передачи данных в современное время не выполняют своей первоначальной функции, они дублируют друг друга, что делает нецелесообразным простое усовершенствование, большинство из них устарело и имеет проблемы в вопросах безопасности. Существующие протоколы не были рассчитаны на сеть таких масштабов, как Интернет. Если отказаться от существующих протоколов и создать новые, более удобные и совершенные, то можно избежать ситуации аналогичной IPv4. Однако это вряд ли произойдет, потому что большим корпорациям не выгодно заранее переходить на новые средства, отказываясь от существующих.

Библиографический список

1. Куроуз Д., Росс К. Компьютерные сети. Нисходящий подход. М.: Эксмо, 2016. 912 с.
2. Полард Б. HTTP/2 в действии. М.: ДМК Пресс, 2021. 425 с.
3. Ибе О. Сети и удаленный доступ. Протоколы, проблемы, решения. М.: ДМК Пресс, 2002.

УДК 519.876.5

Д. А. Фроликов

студент факультета СПО

Р. А. Макаров – научный руководитель

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Рассмотрены проблемы моделирования и проверки технологических процессов. Выявлены особенности моделирования в программных продуктах для проектирования технологических процессов и изделий, рассмотрены существующие системы проектирования. Предложен учебный программный продукт, реализующий моделирование и имитацию технологического процесса и оборудования.

Современные изделия и технологические процессы становятся все более сложными, что ставит перед ведущими мировыми производителями проблемы, связанные с качеством потенциального технологического процесса, а также длительность подготовки производства. В связи с чем существует проблема, касающаяся моделирования и проверки технологического процесса. И наиболее эффективным методом решения этих проблем является активное использование собственных знаний, в том числе в виде цифровых макетов продукта и производства для проверки эффективности технологических решений на ранних стадиях проекта.

В данной статье представлена разработка учебного программного продукта, позволяющего производить моделирование и имитацию технологического процесса и оборудования, представленного в виде цифрового макета модульной производственной системы.

В настоящее время программные продукты для моделирования изделий и технологических процессов опираются на жизненный цикл изделия, в связи с чем, на каждый этап цикла, должен иметься соответствующий комплекс инструментов, позволяющих детально проработать процесс. Поэтому программный продукт должен обладать следующим минимальным набором функций [1]:

- 1) твердотельное моделирование,
- 2) трехмерная симуляция работы,
- 3) задание последовательности разнородных операций,
- 4) планирование траекторий перемещения элементов,
- 5) симуляция совместной работы оборудования и программируемого логического контроллера.

Опираясь на минимальный набор функций, для разрабатываемого программного продукта были поставлены следующие цели:

- 1) в программном продукте создать библиотеку готовых элементов в виде модулей, которые можно размещать в трехмерную среду макета производственной системы,
- 2) описать способы движения для модулей, чтобы производить симуляцию работы, а также производить динамическое моделирование модулей между собой,
- 3) создать конфигуратор модуля, для реализации различных производственных ситуаций,
- 4) создать симуляцию совместной работы оборудования и программируемого логического контроллера, через протокол Modbus TCP, клиент-сервер.

Для реализации программного продукта была выбрана среда Godot Engine – открытый кроссплатформенный 2D и 3D игровой движок. Для реализации совместной работы оборудования и программируемого логического контроллера был выбран язык программирования Python.

Библиотека готовых элементов содержит различные модули, которые можно использовать в производственной системе. Для того чтобы добавить модуль в библиотеку, необходимо загрузить его твердотельную модель в формате DAE и конфигурировать ее в среде. Твердотельная модель может быть выполнена в любой системе автоматизированного проектирования (САПР) или же быть загружена на носитель из любой библиотеки готовых элементов. Далее производится конвертация файла с твердотельной моделью в формат DAE. После этого модель считается готовой для импорта в среду программного продукта.

После того, как модель была добавлена в среду, необходимо произвести конфигурацию, такую как:

1) добавление модели в дерево сцены модуля и его настройка относительно составных частей. Это необходимо, для удобства в написании скрипта для модуля, а также для наследования параметров основных частей модуля, для вспомогательных элементов модуля, по принципу «родители» – «дети». Пример для дерева сцены представлен на рис. 1.

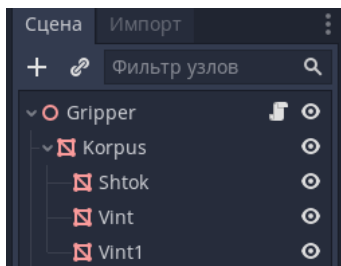


Рис. 1. Дерево сцены для модуля

На данном примере в качестве «родителя» указан корпус модуля пневмоцилиндра, а в качестве «детей» его составные части, такие как шток и два винта, которые унаследуют от «родителя» основные его параметры: такие как размер и начальное положение,

2) написание скрипта для модели. Для того чтобы взаимодействовать с модулем через конфигуратор, необходимо написать для него скрипт. Для реализации алгоритма технологического процесса необходимо, чтобы модули в цифровом макете выполняли функции реальных модулей. Поэтому основной скрипта будет указание переменных, которые будут отражать физические и программные параметры модуля: индивидуальный номер модуля, абсолютные координаты относительно производственной системы и модуля в целом, начальные и конечные положения подвижных элементов модуля и многое другое. Далее необходима программа для реализации логики модуля. В данной части скрипта реализовано перемещение элементов модуля относительно сцены учитывая параметры модуля. Также необходимо добавить шаблоны скриптов, такие как перемещение модуля относительно сцены. Пример части скрипта модуля пневмоцилиндра, отражающий логику, представлен ниже:

```
if move_down:
    $Korpus/Shtok.translation.y = $Korpus/Shtok.translation.y + (speed_down*0.1) * delta
if move_up:
    $Korpus/Shtok.translation.y = $Korpus/Shtok.translation.y - (speed_up*0.1) * delta
if $Korpus/Shtok.translation.y < min_y:
    $Korpus/Shtok.translation.y = min_y
if $Korpus/Shtok.translation.y > max_y:
    $Korpus/Shtok.translation.y = max_y
```

В данном скрипте реализован принцип выдвигания пневмоцилиндра, при присвоении переменным на втягивание или на выталкивание штока. Также были учтены и физические аспекты вопроса, такие как подаваемое давление, посредством переменных «скорость движения». Так как в случае, если один из коэффициентов *speed_down* или *speed_up* будет больше, то и одна из функций согласно следующих формул:

$$\$Korpus/Shtok.translation.y = \$Korpus/Shtok.translation.y + (speed_down * 0,1) * delta$$

$$\$Korpus/Shtok.translation.y = \$Korpus/Shtok.translation.y - (speed_up * 0,1) * delta$$

будет возрастать быстрее, следовательно, и будет преобладание в направлении движении штока. Также был учет начального и конечного положения, которые реализуют конечное движение штока.

После определения модуля относительно сцены, а также написания для него скрипта, первоначальная конфигурация считается законченной и, следовательно, модуль готов к использованию [2]. Пример 3D-модели одной из частей модуля захвата представлен на рис. 2.

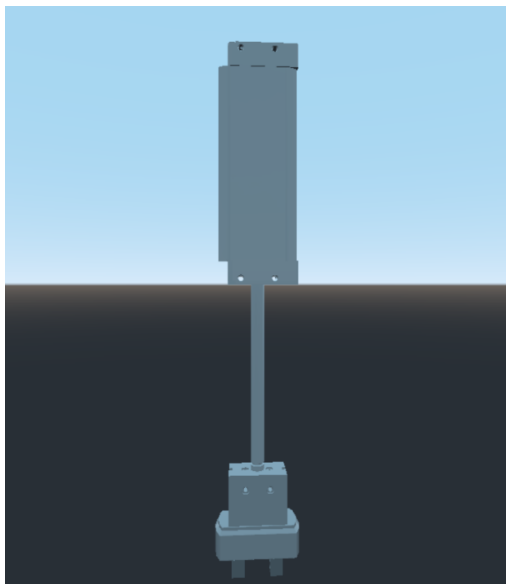


Рис. 2. 3D-модель одной из частей модуля захвата

Также важным инструментом программного продукта является симуляция совместной работы оборудования и программируемого логического контроллера, через протокол Modbus TCP, клиент-сервер. Modbus – это сетевой протокол прикладного уровня, широко используемый в промышленном производстве для обмена данными между устройствами. Modbus использует архитектуру клиент-сервер, согласно которой в сети выделяется клиентское (ведущее) устройство, которое периодически отправляет запросы на серверные (ведомые) устройства с целью чтения или записи их параметров [3]. В данном случае клиентское (ведущее) устройство это виртуальный программируемый контроллер в Godot Engine, а серверное устройство – это любой логический программируемый контроллер, с помощью которого будет выполняться алгоритм производственной системы. Схема передачи данных в разрабатываемом программном продукте представлена на рис. 3.

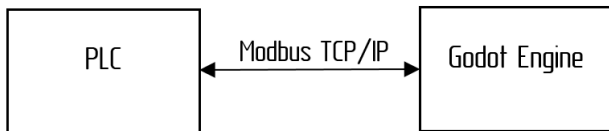


Рис. 3. Схема передачи данных между виртуальным ПЛК и средой Godot Engine

Реализация настройки клиента в виртуальной среде в виде диалогового окна, представлена на рис. 4, в котором можно настроить необходимые параметры для симуляции виртуального программируемого контроллера.

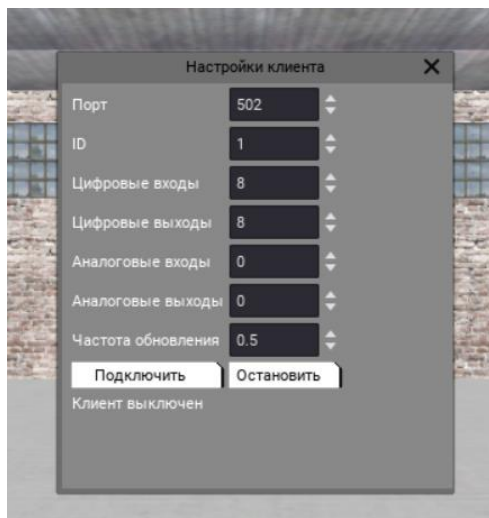


Рис. 4. Настройка клиента в программном продукте

Благодаря этой технологии можно реализовать технологический процесс с применением реального промышленного оборудования, что делает макет производственной системы, приближенный к реальному производству.

Данный программный продукт имеет следующие преимущества и недостатки:

- 1) с помощью учебного цифрового макета возможно получить навыки в моделировании, внедрении, программировании и пуско-наладочных работах производственной системы,
- 2) возможность получения опыта во внедрении производственной системы с различными программируемыми логическими контроллерами,
- 3) возможность использования программного продукта бесплатно и в коммерческих условиях,
- 4) возможность имитации технологического процесса в различных конфигурациях,
- 5) отсутствие аналитического инструмента для производства статического и динамического анализа системы,
- 6) необходимо некоторый уровень подготовки для внедрения своих 3D-библиотек.

С использованием программного продукта, позволяющего производить моделирование и имитацию технологического процесса, возможно существенно сократить цикл подготовки производства за счет отладки технологических процессов на цифровом макете производства и получить навыки в обслуживании оборудования.

Библиографический список

1. Tecnomatix (siemens.com). URL: https://www.dex.siemens.com/plm/tecnomatix?viewState=ListView&cartID=&portalUser=&store=&cccl=en_GB (дата обращения: 10.03.2022).
2. Godot Engine – Free and open source 2D and 3D game engine. URL: <https://godotengine.org/> (дата обращения: 10.03.2022).
3. The Modbus Organization. URL: <https://modbus.org/> (дата обращения: 10.03.2022).

УДК 621.355

Д. Е. Шалфицкий

студент факультета СПО

Р. А. Макаров – научный руководитель**ПРОБЛЕМА ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В МОБИЛЬНЫХ РОБОТАХ**

Отмечена проблема хранения электроэнергии. Описаны основные методы хранения энергии, предложены альтернативные методы.

На сегодняшний день остро стоит проблема хранения энергии в мобильных роботах, поскольку старые литий-ионные аккумуляторы успели устареть в техническом плане, а новых решений нет.

Во всем мире на данный момент ученые ищут возможность заменить устаревшие технологии, одной из которых является и возможность аккумулирования энергии (оно же – аккумулирование мощности). Литий-ионная батарея была изобретена около 30 лет назад и до сих пор нет ей замены. Также эксплуатационные требования довольно высоки, способы ее утилизации должны быть пересмотрены. Стоимость такого металла, как литий довольно высока, а его запасы ограничены.

В настоящее время есть 6 видов аккумуляторных батарей (АКБ): щелочные; литий-ионные; литий-полимерные; гелевые; свинцово-кислотные; никель-металл-гидридные АКБ.

Рассмотрим щелочные АКБ. Достоинства: низкая стоимость. Недостатки: высокая саморазрядность, высокий «эффект памяти».

В настоящий момент под эффектом памяти понимается обратимая потеря емкости, имеющая место в некоторых типах электрических аккумуляторов при нарушении рекомендованного режима зарядки, в частности, при подзарядке не полностью разрядившегося аккумулятора. Название связано с внешним проявлением эффекта: аккумулятор как будто «помнит», что в предыдущие циклы работы его емкость не была использована полностью, и при разряде отдает ток только до этого уровня.

Литий-ионные АКБ. Достоинства: низкий саморазряд, высокая емкость при малых объемах. Недостатки: чрезмерный разряд, уменьшение емкости при длительном использовании, уменьшение токоотдачи при перепадах температур.

Также существует усовершенствованный вариант литий-ионного АКБ – литий-полимерный АКБ. Достоинства: низкий саморазряд, маленький перепад напряжения. Недостатки: высокая пожароопасность, нельзя оставлять полностью разряжено (оптимальные условия хранения при 40 % заряда), из-за этого уменьшается КПД.

Свинцово-кислотные АКБ, внешний вид представлен на рис. 1. Достоинства: низкий саморазряд, устойчивость к перепадам напряжения, стабильность подаваемого тока, высокий КПД. Недостатки: малое количество циклов, большие габариты, потеря емкости при долгом глубоком разряде без возможности восстановления.



Рис. 1. Свинцово-кислотный АКБ

Гелевые батареи (рис. 2) – это модификация стандартных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, в которых вместо жидкого электролита используется так называемый «загущенный»: в электролит добавляется загуститель, он переходит из жидкого состояния в гелеобразное. «Гелеобразность» электролита предотвращает возможность его выливания и исключает газовыделение в процессе эксплуатации батареи. Достоинства: низкий саморазряд, устойчивость к перепадам напряжения, стабильность подаваемого тока, высокий КПД. Недостатки: в связи с менее текучим электролитом невозможно получить высокие токи.

Гелевые батареи используются, в основном, в качестве резервных источников питания.

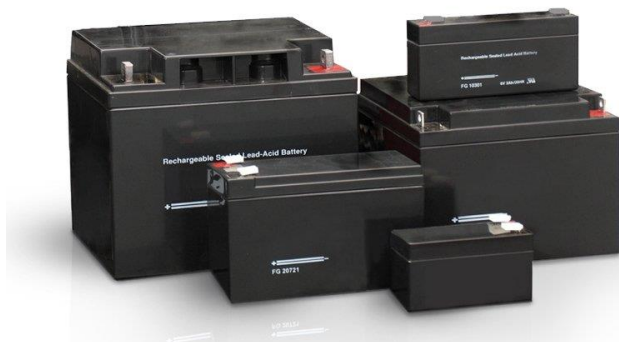


Рис. 2. Гелевые АКБ

Никель-металл-гидридный АКБ. Достоинства: большая емкость. Недостатки: маленький ресурс, высокая стоимость.

При детальном осмотре все представленные АКБ, можно заметить, что использовать некоторые аккумуляторы для мобильных роботов неэффективно в связи с их размером, объемом и т. д.

Вариантом решения данной проблемы является использование (совместно с АКБ), устройств, частично восполняющих потерю энергии в ходе работы, таких как: солнечные панели и портативные ветрогенераторы.

Солнечные панели. Достоинства: простое обслуживание, не занимают много полезного места, большой ресурс. Недостатки: необходим солнечный свет для работы.

Ветрогенераторы. Достоинства: высокая надежность, высокая эффективность. Недостатки: потребность в ветре.

Таким образом, было определено, что оптимальным решением вопроса электроснабжения мобильных роботов является сочетание двух подходов: запасаения энергии при помощи АКБ и частичное ее восполнение альтернативными источниками, такими как солнечные панели и портативные ветрогенераторы.

Библиографический список

1. Васильков А. В., Васильков И. А. Источники электропитания: учеб. пособие. М.: Форум, 2021. 400 с.
2. Овсянников Е. М., Фомин А. П. Тяговые электрические системы автотранспортных средств: учебник М.: Форум, 2019. 303 с.
3. Аккумуляция энергии – технология, которая перевернет энергетику. URL: <https://www.tehnohacker.ru/tehnologii/akkumulirovanie> (дата обращения: 17.02.2022).

СОДЕРЖАНИЕ

РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И СВЯЗЬ.....	3
Радиотехнические и оптоэлектронные комплексы.....	3
<i>Бершак Е. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ САМОЛЕТОВ В ВОЗДУХЕ TCAS.....	3
<i>Галиев К. Г.</i> ОБЗОР ОСОБЕННОСТЕЙ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ EYE-TRACKING В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ.....	7
<i>Иванов В. Л.</i> ОБЗОР МЕТОДИК ПОСТРОЕНИЯ ПАСПОРТНОГО КОНТРОЛЯ.....	10
<i>Иванова Г. Р.</i> ПРИМЕНЕНИЕ F-ТНЭТА ОБЪЕКТИВОВ В СИСТЕМАХ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА.....	13
Радиотехнические системы.....	15
<i>Гудков Е. И.</i> ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ С ПОМОЩЬЮ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО ИЗЛУЧАЕМОГО СИГНАЛА.....	15
<i>Дробышевская С. С.</i> ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ С ПОЛНОСТЬЮ ИЗВЕСТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ.....	20
<i>Жданов А. Ю.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ QAM-МОДУЛЯТОРА НА ПЛИС СРЕДСТВАМИ ОТЛАДочНОЙ ПЛАТЫ DE1-SOC.....	24
<i>Железняк А. А.</i> УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСАМИ СИНХРОНИЗАЦИИ.....	29
<i>Тагаев Т. И., Музафаров Д. А., Поваренкин Н. В.</i> СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	34
Конструирование и технологии электронных и лазерных средств.....	38
<i>Боговая Д. Д.</i> АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЕЙ.....	38
<i>Никифоров К. А.</i> АНАЛИЗ СРЕДСТВ И СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ.....	40
<i>Тюрина А. И.</i> ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БЛА В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ.....	43
<i>Тюрина А. И.</i> ПОВЫШЕНИЕ КРИПТОСТОЙКОСТИ УПРАВЛЯЮЩИХ КАНАЛОВ БЛА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ.....	47
<i>Цай Хао.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПОЛИВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ.....	51
Медицинская радиоэлектроника.....	54
<i>Бухалко В. В.</i> СРАВНЕНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ТОПОЛОГИИ «ЗВЕЗДА» ПРИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	54
<i>Горбунов А. А.</i> СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ПОРОЖДАЮЩИХ И ПРОВЕРОЧНЫХ МАТРИЦ LDPC КОДА.....	59
<i>Дашкевич Д. С.</i> МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННОЙ ГИПЕРТОНИИ.....	64
<i>Доржиева И. С.</i> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЛАКСИРУЮЩЕЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ.....	70
<i>Кишиш А. В.</i> БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНЕВРИЗМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА.....	75
	359

<i>Ярмаль К. В.</i> СИСТЕМА ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ МЭМС-АКСЕЛЕРОМЕТРОВ И ГИРОСКОПОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЛОЖЕНИЯ И ДВИЖЕНИЙ ШЕИ ЧЕЛОВЕКА.....	78
<i>Ярмаль М. В.</i> АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЛОЖЕНИЯ И ДВИЖЕНИЯ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА.....	84
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ	90
Проблемно-ориентированные вычислительные комплексы	90
<i>Акимова А. П.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЕГЭ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ C++	90
<i>Андреанова Е. А., Кашин А. В.</i> ИНТЕРФЕЙС ЖЕСТОВ КАК ТЕНДЕНЦИЯ В ДИЗАЙНЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ.....	95
<i>Андреанова Е. А., Кашин А. В.</i> РАЗВИТИЕ РЫНКА LEGALTECH НА ПРИМЕРЕ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПОИСКА ЮРИСТОВ КАК СПОСОБА ОКАЗАНИЯ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЮРИДИЧЕСКИХ УСЛУГ	98
<i>Борисов Д. А.</i> BIG DATA И ЕЕ ТЕНДЕНЦИИ	102
<i>Бугрова А. С.</i> ДИАГНОСТИКА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКГ У СПОРТСМЕНОВ	107
<i>Бульба В. В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА УСИЛИТЕЛЯ КЛАССА D ПРИ РАЗНЫХ ЧАСТОТАХ ОПОРНОГО СИГНАЛА	110
<i>Виноградов Д. Ф.</i> РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СВЯЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА БИНАРНОМ ИЗОБРАЖЕНИИ	114
<i>Гаффарова А. А.</i> РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ФИНАНСОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛИЧНЫХ РАСХОДОВ.....	119
<i>Григорьев М. Д.</i> СОЗДАНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОБУЧАЕМОЙ НЕЙРОСЕТИ	125
<i>Губайдулин В. Ф.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ СПОРТИВНОГО МЕРОПРИЯТИЯ.....	128
<i>Доценко С. А.</i> ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА НА ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ЧАТ-БОТОВ	132
<i>Дубина Н. П.</i> РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПУЛЬСОСИМЕТРА НЕИНВАЗИВНОГО ДЕЙСТВИЯ	136
<i>Жовтяк М. О.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАВСЕЛЕННЫХ В РОССИИ	139
<i>Корепин П. А.</i> КОСВЕННАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ АНТЕННЫ НА ЛЕТАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ	141
<i>Лацко А. В., Сенина Я. И.</i> ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ДОСКИ ГАЛЬТОНА.....	146
<i>Левашов А. О.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ МЕССЕНДЖЕРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ	149
<i>Макарова В. А.</i> ОБЗОР СИСТЕМ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ	152
<i>Нестеренко А. В.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗВУКА НА ЯЗЫКЕ PYTHON	155
<i>Парсанова К. Ю.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ.....	162
<i>Паршина Т. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА КАК ЧАСТИ КОНТУРА НЕАВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	165
<i>Пономаренко В. В.</i> ВЫБОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ COLLABORATION СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ СТАНДАРТОВ	169
<i>Русанов М. В., Шулятьева Е. П.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ КРОВИ	174
<i>Русанов М. В.</i> РЕШЕНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ	177
<i>Сигачева Д. Н., Чепурнова С. С.</i> ГИПЕРРЕАЛЬНОСТЬ ИЛИ МАТЕРИАЛЬНЫЙ МИР?.....	181

Соколова К. Д. СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА АНАЛИЗА ВИДЕОДАНЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА	183
Таровик К. М. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ	186
Филимонов В. О. РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ И РАЗВИТИЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ	189
Цыганова М. А. АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ В ДИЗАЙНЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В 2022 ГОДУ	192
Цыганова М. А., Макарова В. А. РЕАЛИЗАЦИЯ ЧАТ-БОТА НА ОСНОВЕ БЕССЕРВЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	196
Чарыева В. Д. СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ СНИМКОВ КТ И МРТ ГОЛОВНОГО МОЗГА.....	200
Чекменева А. А. УСТРОЙСТВО ДЛЯ СРАВНЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ДВУХ ДАТЧИКОВ КИСЛОРОДА В ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ	203
Чекменева А. А. УЧЕТ ВЛИЯНИЯ АДДИТИВНОЙ ПОМЕХИ НА ПОКАЗАНИЯ ГАЗОВОГО ДАТЧИКА ВОДОРОДА	207
Шамирицкая Д. С. ПРИМЕНЕНИЕ RFID ТЕХНОЛОГИЙ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	211
Шевняков В. В. РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕЙ SMART-СИСТЕМЫ ПО РАЗВИТИЮ КОМПЕТЕНЦИИ «ЭКСПОРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»	216
Шихотов А. А., Тихонов В. П. ВЛИЯНИЕ ВАРИАТИВНОСТИ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ НА ПРОЦЕСС РЕАЛИЗАЦИИ ВЕБ-РЕСУРСОВ	220
Компьютерные технологии и программная инженерия	224
Бабюк Ю. ОБОСНОВАНИЕ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ НА ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЕ	224
Герасимович В. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ	230
Змиевский Ф. И. СОЗДАНИЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ БАЗЫ ДАННЫХ С ЗАПИСЯМИ О ТОВАРАХ – РАЗРАБОТКА «КЛАССИФИКАТОРА». ВНЕДРЕНИЕ ПРАВИЛ ДОБАВЛЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПИСЕЙ В БАЗЕ ДАННЫХ.....	236
Зулкашев Р. С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ У ЧЕЛОВЕКА ПО ФОТОГРАФИИ ЕГО ЛИЦА	240
Пасс И. Д. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ	245
Самушенкова Д. А. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПОРТФЕЛЕЙ	249
Сениченкова Я. О. РАСПОЗНАВАНИЕ ПОЧТОВЫХ ИНДЕКСОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ХОПФИЛДА.....	253
Челусов В. К. КООРДИНАЦИЯ ТРЕХУРОВНЕВОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК С ПОМОЩЬЮ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ МОДЕЛИ	256
Вычислительные системы и сети.....	260
Васильев К. О. О НАУЧНОМ ИНТЕРЕСЕ К СОВМЕЩЕНИЮ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВИДЕОСИСТЕМАХ И СПОСОБАХ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ.....	260
Неверова Э. М. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛК В&R AUTOMATION X20 В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	265

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТАМОЖЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	269
<i>Антипов К. А.</i> АИС УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	269
<i>Бакай Е. А.</i> РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ В АНАЛИЗЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ДАННЫХ	274
<i>Веселов В. А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ SPA-ПРИЛОЖЕНИЙ.....	280
<i>Викторова А. П.</i> ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЯ С КОМПЬЮТЕРА НА NEXTION ENHANCED NX8048K050 ПОСРЕДСТВОМ ARDUINO В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	284
<i>Долгов Е. Н.</i> ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ. СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ	288
<i>Рыжов А. В.</i> АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ DRV8825, A4988, TB6560 И TMC2208 В 3D-ПРИНТЕРЕ НА БАЗЕ PRUSA I3 STEEL V2	293
<i>Смирнов М. С.</i> ВНЕДРЕНИЕ АГРЕССОРА В МОДЕЛЬ МНОЖЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ОРГАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА	295
<i>Шишигин Д. С.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА МАРКЕРОВ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ 3D-СКАНИРОВАНИЯ	305
СПО (ФАКУЛЬТЕТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ)	308
<i>Барановский С. И., Петров И. Я.</i> КОМПОЗИТНЫЙ ПЛАСТИК КАК ЧАСТЬ МАГНИТОПРОВОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ	308
<i>Головин Г. А., Морякова У. А.</i> РАЗРАБОТКА BLDC-ГЕНЕРАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	312
<i>Гололобова Д. А.</i> ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ.....	315
<i>Горбатенко А. Д.</i> КАСТОМИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ КЛАВИАТУРЫ.....	318
<i>Гребень А. С.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАПОЛНЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ.....	320
<i>Дедюев М. Д.</i> РАЗРАБОТКА РОБОТА-САПЕРА	324
<i>Климов Д. А., Соколов А. В.</i> РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНОГО УСИЛИТЕЛЯ СИГНАЛОВ	327
<i>Листопад Д. М.</i> РАЗРАБОТКА ИГРЫ НА UNITY ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ	331
<i>Макаров Г. Д.</i> ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ПОИСКЕ ПАТОЛОГИИ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА	333
<i>Митюшенкова В. А.</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ НА ЛАЗЕРНОМ СТАНКЕ.....	339
<i>Смирнов А. И.</i> ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ «УМНЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК»	345
<i>Терехов Р. А.</i> ПРОТОКОЛЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ	349
<i>Фроликов Д. А.</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	353
<i>Шалфицкий Д. Е.</i> ПРОБЛЕМА ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В МОБИЛЬНЫХ РОБОТАХ	357

Научное издание

СЕМЬДЕСЯТ ПЯТАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ГУАП
(18–22 апреля 2022 г.)

Часть 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сборник докладов

ISBN: 978-5-8088-1739-5



9 785808 817395

Ответственный за выпуск:

А. В. Бобович

Редакторская подготовка *Е. В. Лазаревой*
Компьютерная верстка *А. Н. Колешко*

Подписано к печати 03.10.2022. Дата выхода в свет 07.10.2022. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 21,0. Уч.-изд. л. 22,6. Тираж 150 экз. Заказ № 393.

Редакционно-издательский центр ГУАП
190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит А

Распространяется бесплатно