

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

ЗАВАЛИШИНСКИЕ ЧТЕНИЯ'21

XVI Международная конференция
по электромеханике и робототехнике
14–17 апреля 2021 г.

Молодежная секция
Часть 2

Сборник докладов



УДК 001.08
ББК я73
3-13

3-13 Завалишинские чтения: XVI Международная конференция по электромеханике и робототехнике (СПб., 14–17 апреля 2021 г.). Молодежная секция: сб. докл.: в 2 ч. Ч. 2. СПб.: ГУАП, 2021. 223 с.

ISBN 978-5-8088-1618-3 (Ч. 2)

ISBN 978-5-8088-1616-9

Помещенные в сборник доклады отражают весь спектр направлений научных работ, проводимых Институтом инновационных технологий в электромеханике и робототехнике: от проектирования отдельных элементов и устройств, технологий их создания, решения вопросов диагностики и разработки прикладного программного обеспечения до построения сложных систем и комплексов, различных по своему функциональному назначению.

Оргкомитет конференции

- Ю. А. Антохина* – доктор экономических наук, профессор, ректор ГУАП
- В. Ф. Шишлаков* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления в технических системах
- А. Л. Ронжин* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электромеханики и робототехники
- О. А. Баулин* – кандидат технических наук, доцент, врио ректора УГНТУ
- С. Г. Емельянов* – доктор технических наук, профессор, ректор ЮЗГУ

УДК 001.08
ББК я73



XVI Международная конференция по электромеханике и робототехнике «Завалишинские чтения – 2021» проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-08-20021.

ISBN 978-5-8088-1618-3 (Ч. 2)
ISBN 978-5-8088-1616-9

© Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2021

УДК 004.5**М. И. Кулибаба, М. К. Мужайло**

студенты кафедры электромеханики и робототехники

А. В. Рысин – ассистент – научный руководитель**СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ В РОБОТОТЕХНИКЕ**

Сегодня миллионы роботов используются в мире и применяются в различных сферах жизни людей: в медицине, космосе, производстве, в системах безопасности, развлечениях, в быту и т. д. Однако даже самые современные роботы не способны выполнять все задания, не имея хорошей и качественной системы навигации робота.

Проблема навигационной системы робота, то есть формирование и прокладывание роботом маршрута без участия человека, является одной из актуальных проблем на данный момент в робототехнике. В настоящее время успешно решены проблемы глобальной навигации роботов, но использование навигационных систем становится проблематичным внутри помещений. Работа внутри закрытых помещений сопровождается множеством самых различных проблем для робота, начиная от неравномерности освещения и заканчивая проблемами отражения радиосигналов.

Общие сведения

Навигация от латинского *navigo* означает «плыть на судне» и изначально оно применялось только в судоходстве или мореплавании. Но по мере развития науки и технологий, облегчающих путь хождения судов по океанам, с появлением авиации, космической техники термин значительно расширил спектр возможных трактовок.

На сегодняшний день навигация – это определение местоположения, скорости и ориентации движущихся объектов, а также управление этими объектами. То есть навигация состоит из:

1. управления;
2. расчета оптимального пути движения объекта.

Классификация навигационных систем

Виды навигации:

1. Автомобильная
2. Астрономическая
3. Воздушная
4. Космическая
5. Бионавигация
6. Морская
7. Радионавигация
8. Спутниковая
9. Подземная
10. Информационная
11. Инерциальная

Различают три навигационные системы в робототехнике:

1) глобальная – определяет абсолютных координат робота при движении по протяженным маршрутам; Задачи: • формирование плана перемещения на основании заданной карты;

2) локальная – отвечает за определение относительных координат объекта преимущественно в течение короткого промежутка времени. Планирование и контролирование выполнения маневров, составляющих движение по сформированному маршруту; Задачи: • определение относительных декартовых координат и путевого угла мобильного робота, а также его скорости • планирование и контроль выполнения роботом маневров, составляющих движение по сформированному маршруту; • корректирующая поддержка схем глобальной навигации для определения абсолютных координат аппарата;

3) персональная – ориентация частей своего тела роботом и взаимодействие с ближайшими предметами.

Классификация по одному признаку:

- 1) пассивные – определяют позиционирование и различные характеристики своего движения от внешних источников (глобальные, локальные);
- 2) активные – определяют позиционирование и различные характеристики своего движения только своими силами (локальные, персональные) [1].

Способы навигации роботов

Когда появились первые навигационные системы или системы зрения роботов, было принято решение перейти к ориентации робота в пространстве с помощью камеры. Робот распознает нарисованную линию на полу и самостоятельно двигается вдоль нее. Однако бывало, что линии стирались и вызывали различные трудности наподобие пробок.

Постепенно модели навигационной системы улучшались, были разработаны более совершенными датчики, что позволило им лучше ориентироваться в среде работы.

Движение по картам

Широко распространенный способ навигации роботов в помещении. Робот в новом помещении выезжает на его середину и замеряет лазерным датчиком расстояние до всех неподвижных объектов вокруг. После чего робот меняет позицию и производит повторное сканирование помещения. По разнице результатов он определяет неподвижные объекты и убирает подвижные. По итогу у робота в памяти сохраняется карта помещения.

Однако не все роботы оснащены лазерными датчиками и строят карту помещения столь быстро и детально. Некоторые используют сонары вместо лазерных датчиков и начинают движение вслепую, находят препятствия на небольшом расстоянии от себя. Встретив препятствие, стараются его объехать, если же наткнутся на стенку помещения, то просто делают круг. Закончив его, робот описывает один круг, меньшего радиуса, за другим и так до конца, пока у него не сформируется четкая картина помещения.

Динамическая навигация

Современные роботы оснащаются сонарами и камерами. Обычно используются 3 камеры с углами обзора по 120° или 4 камеры по 90°. Данные камеры помогают избежать столкновений с динамичными объектами. В условиях слабого освещения обычно к основным камерам устанавливают еще дополнительные камеры.

Движение вслепую

Люди неустанно разрабатывают более простые методы навигации роботов в помещениях. Один из таких способов навигации использует оценку разности уровня сигнала Wi-Fi от стационарных точек доступа. Их координаты известны, как и стандартная карта покрытия. Поэтому роботу достаточно измерить показатель уровня принимаемого сигнала (RSSI) от трех и более роутеров, чтобы определить свое местоположение. Конечно, погрешность получится около метра или более, но для больших помещений это приемлемая точность.

Спутниковая навигация

Спутниковая система навигации – система наземного и космического оборудования, предназначенная для позиционирования в пространстве и времени, а также для определения скорости, направления и других параметров движения объекта.

Принцип действий состоит в вычислении расстояния до спутников на основе скорости радиоволн. Спутник отправляет запрос на Землю с большой точностью по времени – для этого используются атомные часы. После приема сигнала спутник определяет, какое расстояние за определенный промежуток времени успела пройти радиоволна. Остальные параметры движения (скорость, направление, пройденное расстояние) вычисляются аналогично вычислению расстояния, сколько объект потратил на перемещение между двумя или более точками с координатами, определенными по предварительным вычислениям.

Примеры навигации роботов

1. В 2017 г. компания Российская Ronavi Robotics представила работающий прототип робота для обслуживания складов. Этот робот представляет собой платформу высотой 30 см, имея массу

180 кг. Он подъезжает под стойку и поднимает ее вместе с грузом (массой до 1,5 т), перевозя на новое место. Робот использует навигацию по карте и IMU, также робот способен различать цветные метки и двигаться по ним. Робот самостоятельно избегает столкновений при помощи камер и сонаров, а патентованная система pivot.ai использует искусственный интеллект для перестроения маршрута на ходу.

2. В 2018 г. Непальская компания Paaila Technology начала производить человекоподобных роботов-официантов под названием Ginger. Эти гуманоидные роботы при росте всего 152 см передвигаются очень неспешно, менее 2 км/ч. Они используют сонары и камеры, чтобы автоматически маневрировать в быстро меняющейся обстановке ресторана. Когда аккумулятор садится, Ginger автоматически возвращается в зону стыковки, а его клиентов продолжает обслуживать следующий робот [2].

Заключение

В современных роботах встроено сразу несколько систем для автономной навигации в помещениях и за их пределами. Они способны самостоятельно строить карты и обновлять их, избегать столкновений с динамическими объектами, тем самым меняя маршрут. Время не стоит на месте, и в последние годы ветвь науки и технологий стремительно растет все с большей скоростью, открывая все новые и новые технологии. Так, и разработчики стремятся улучшить и разработать новые навигационные системы, выявляя проблемные участки уже существующих методов и улучшая их.

Библиографический список

1. Черноножкин В. А., Половко С. А. Система локальной навигации для наземных мобильных роботов // Электротехника, электронная техника, информационные технологии. 2008. № 52. С. 13–22.
2. Горенштейн И. А., Шулман И. А. Инерциальные навигационные системы. М.: Машиностроение, 1970. 232 с.

УДК 004.896

М. И. Кулибаба, М. К. Мужайло

студенты кафедры электромеханики и робототехники

С. А. Сериков – профессор, доктор технических наук – научный руководитель**СОЗДАНИЕ РОБОТА-РАЗВЕДЧИКА С МАНИПУЛЯТОРОМ**

Затронуты современные проблемы и способы их решения с использованием робота-разведчика на основе компьютерного зрения с применением манипулятора. Приведены достоинства, а также недостатки методов решения задач с помощью этой робототехнической системы. Также описан спектр применения данного устройства.

Давно известный факт, что для человека опасны радиоволны, электричество, электромагнитное излучение, энергия тепла, радиоактивные материалы. Большинство из этих факторов он не может уловить с помощью органов чувств. Все это сейчас измеряется с помощью различных приборов и датчиков. Поэтому спектр работы человека в опасных условиях (на атомных электростанциях, в зонах перегрузок, местах с повышенной радиацией и т. п.) сильно ограничен, а зачастую и крайне вреден для здоровья. Именно в этих случаях на помощь приходят роботы.

У этих роботов нет усталости, боли, они могут моментально обрабатывать и анализировать информацию, а также записывать ее на носитель или отправлять куда-либо дистанционно.

Например, в 2015 г. в России в ОАО Нити «Прогресс» был разработан робототехнический комплекс «Платформа-М». Его предназначение в том, чтобы производить разведку, обнаружение и поражение различного рода целей для огневой поддержки войск, охраны и патрулирования объектов. Данный робот может ставить дымовые завесы, минировать и разминировать, доставлять грузы на небольшие расстояния.

В табл. 1 приведены ТТХ этого устройства.

Таблица 1

ТТХ робота «Платформа-М»

Вес	Не более 800 кг
Полезная нагрузка	До 300 кг
Дальность действия	До 1500 м
Скорость	До 12 км/ч
Проходимость	Препятствия высотой 210 мм, уклон не менее +-25

К недостаткам такой платформы можно отнести:

- плохие геометрическую проходимость и защиту;
- крайне ограниченное применение;
- невозможность (неправильность) принятия решений в непредсказуемых ситуациях.

Также в пример можно привести разработку Израильской компании «General Robotics Ltd.» – тактического боевого робота «DOGO». Робот предназначен для выявления, нейтрализации, идентификации и уничтожения преступников в ходе военных и антитеррористических спецопераций, которые проходят в условиях ограниченного пространства; проведения разведки.

В табл. 2 приведены основные ТТХ данной машины.

К недостаткам можно отнести:

- очень низкую скорость;
- малое время автономной работы;
- невозможность (неправильность) принятия решений в непредсказуемых ситуациях.

Данные роботы могут не только выполнять боевые задачи и устранять необходимые цели, но и собирать информацию с труднодоступных участков, также производить сбор каких-либо образцов, используя систему технического зрения [3].

ТТХ робота DOGO

Масса	12 кг
Максимальная скорость	4 км/ч
Летательное оружие	Пистолет Glock 26
Скорострельность	5 выстрелов за 2 секунды
Эффективная дальность стрельбы	5,5 м
Камеры обзора	8 шт. VGA
ЛЦУ	Да
GPS-Модуль	Да
Датчики температуры/яркости	Да
Питание	Li-ion батарея
Время автономной работы	3 ч

В таких роботах зачастую имеется сенсор со встроенной системой 3D-стереокамер, которые позволяют ему ориентироваться в пространстве в режиме реального времени.

Разрабатываемая нами платформа будет выполнять следующие задачи:

1. Возможность сбора, хранения и обработки информации в труднодоступных местах в реальном времени.
2. Для управления данной платформой отсутствует необходимость нахождения оператора непосредственно рядом с устройством [1] (управление реализуется с помощью веб-страницы).
3. Робот сможет определять положение объекта при помощи компьютерного зрения.
4. Распознавание заранее заданных объектов и возможность их сбора или анализа [5].
5. Наличие резервного элемента управления при помощи жестов.

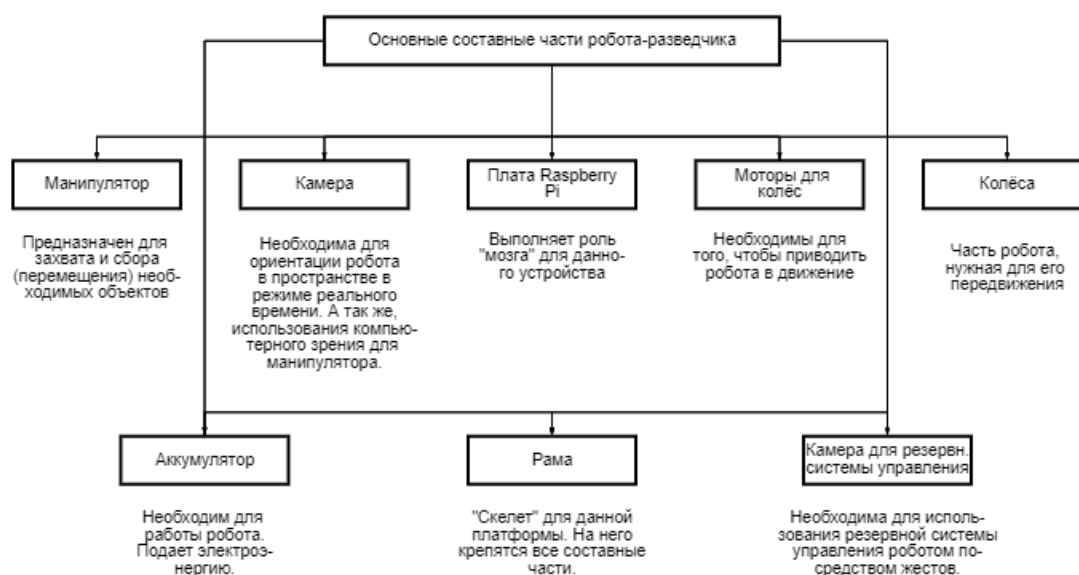


Рис. 1. Структурная схема разрабатываемого робота-разведчика

В качестве «мозга» для данного устройства использована плата Raspberry Pi. Питание реализовано при помощи установленного на борт аккумулятора.

Платформа оснащена программным обеспечением (ПО), которое позволит в режиме реального времени автоматически сканировать местность вокруг и находить нужные объекты [4].

Передвижение реализовано при помощи колес [2]. Также робот оснащен камерой для ориентации в пространстве, камерой для резервной системы управления, которая реализована с помощью жестов. На проектируемой платформе установлен манипулятор для захвата необходимых объектов.

Данный проект будет решать следующие проблемы:

1. Робот сможет работать в труднодоступных и опасных местах, заменяя человека.
2. Платформа может быть полезна во время военных действий, будучи использована в качестве разведки.
3. Также устройство может быть полезно на разного вида предприятиях.

При создании робота предстоит решить следующие задачи:

- выбрать моторы для колес, а также сами колеса; необходимый аккумулятор; материал для корпуса робота и манипулятора;
- наладить связь между роботом и веб-страницей;
- спроектировать и построить манипулятор; произвести его настройку и установку на робота;
- разработать систему основного дистанционного управления и резервного управления с помощью жестов.

Поскольку управление реализовано дистанционно, возрастает удобство использования. Робот имеет техническое зрение и может выбирать именно те объекты, которые нужны и производить их сбор. В случае отказа основной системы управления существует резервная, основанная на использовании жестов.

Анализируя недостатки данного проекта, можно выделить следующие:

перемещение робота ограничено лишь 2 осями координат (X и Y). Иными словами, робот не сможет перемещаться по вертикальным поверхностям. Грузоподъемность сильно ограничена техническими особенностями, поскольку сама платформа будет иметь небольшие размеры и недорогие компоненты. Довольно низкая емкость аккумулятора не позволит долго производить работу, опять же, по причине технических особенностей, указанных выше.

Таблица 3

Сравнение достоинств и недостатков

<i>Достоинства</i>	<i>Недостатки</i>
Мобильность	Ограничение перемещения 2 осями
Компактность	Низкая емкость аккумулятора
Дешевизна компонентов	Низкая грузоподъемность
Дистанционное управление	
Наличие комп. зрения	
Поиск нужных объектов	
Сбор материалов	
Наличие резервной системы управления	

Библиографический список

1. *Тиммонс-Браун М.* Робототехника на Raspberry Pi для юных конструкторов и программистов. М.: БХВ-Петербург, 2020. 208 с.
2. *Монк С.* Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком. М.: БХВ-Петербург, 2017. 336 с.
3. *Мошкин В. И., Петров А. А., Титов В. С.* Техническое зрение роботов. М.: Машиностроение, 1990. 266 с.
4. OpenCV шаг за шагом. Нахождение контуров и операции с ними. URL: <http://robotcraft.ru/blog/computervision/640.html> (дата обращения: 14.11.2020).
5. Калибровка Kinect v2 с помощью OpenCV на Python. URL: <https://habr.com/post/272629/> (дата обращения: 25.11.2020).

УДК 621.315.2; 621.313.532

М.С. Куликов

студент кафедры электромеханики и робототехники

В. Д. Богданов – магистрант – научный руководитель

БИОНИЧЕСКИЙ РОБОТ-АКУЛА

Введение

В настоящее время подводные роботы, которые обладают высокой степенью автономности, современным высокотехнологичным сенсорным и навигационным оборудованием, стали основным роботизированным мобильным устройством для решения самых разных задач деятельности человека в морской акватории. Главными лидерами по производству подводных роботов являются Великобритания, США и Китай, которые производят примерно 60 с от общего объема производимых подводных роботов по всему миру [1].

Необходимо отметить, что во многих промышленно развитых странах уже на протяжении нескольких лет интенсивно развивается направление исследований в области создания мобильных подводных роботов, которые основаны на бионических принципах движения. Главным требованием к созданию бионических роботов является их способность скрытно выполнять различного рода операции под водой и работать автономно. Примером такого робота является бионический робот-акула, который обладает высокой маневренностью и скрытностью благодаря своей конструкции и функциональному исполнению [1].

Основные особенности и технические решения, применяемые в бионическом роботе-акуле

Бионические роботы – это роботы, которые созданы на основе уже существующих животных организмов, которые населяют нашу планету. Развитие бионических роботов еще только набирает обороты в современном мире, но на данный момент уже существуют виды, которые сильно схожи со своими живыми «родственниками». Разрабатываемые подводные бионические роботы, использующие принцип передвижения водных активно плавающих животных, способных противостоять силе течения, находят широкое применение для решения различного рода задач [2]:

- осмотр подводных конструкций портовых сооружений и морских судов;
- измерение скорости морских течений на разных глубинах морской акватории;
- разведка на дне морской акватории и в прибрежных территориях;
- проверка качества воды и поиск источников ее загрязнения;
- поиск и обнаружение затонувших судов;
- поиск и уничтожение подводных мин;
- проверка на герметичность и целостность топливных трубопроводов и кабелей.

Первоначально при разработке бионического робота-акулы его назначением была простая разведка местности и оценивание обстановки в определенной точке морской акватории. В результате совершенствования модели в конструкцию робота был добавлен специальный отсек, в который устанавливается дополнительное оборудование для выполнения различного спектра задач, например, взрывчатка, при помощи которой робот-акула может совершить подрыв вражеского судна или объекта противника особой важности.

Данный робот смоделирован по образу акулы и изображен на рис. 1, а его массогабаритные характеристики приведены в табл. 1 [3].

Как известно, традиционные винтовые движители, которые используются на большинстве обычных подводных роботах, например, на необитаемых подводных роботах не всегда оказываются достаточно эффективными. Подводные роботы, которые оснащены винтовыми двигателями, оказывают значительное акустическое воздействие на окружающую среду и не обладают достаточной степенью маневренности для выполнения некоторых задач в морской акватории. Подводные роботы, например, бионический робот-акула использует бионический принцип движения, который производит

значительно меньше шума в процессе работы робота и обладает более значительной маневренностью по сравнению с винтовыми двигателями [4].

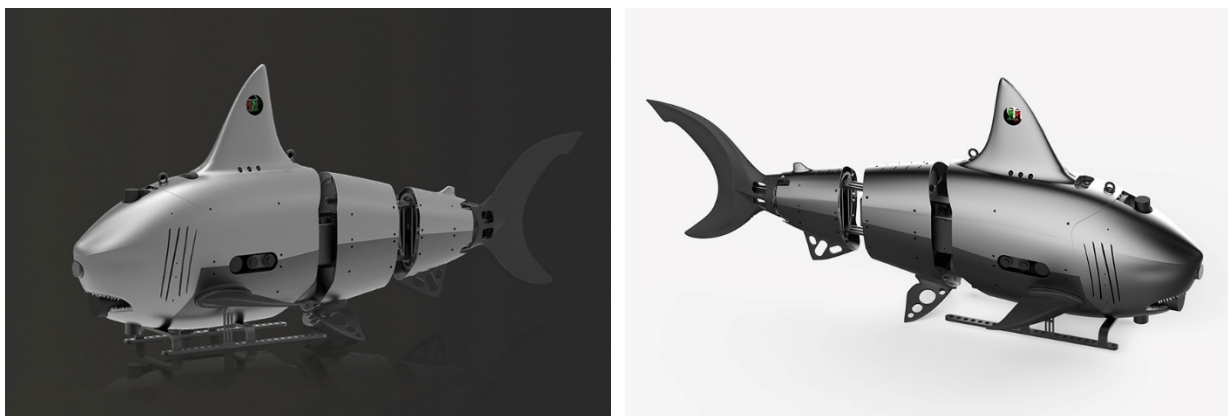


Рис. 1. Внешний вид бионического робота-акулы

Таблица 1

Основные массогабаритные и функциональные характеристики бионического робота-акулы

Наименование характеристики, ед. изм.	Численное значение
Вес, кг	54
Длина, мм	1800
Ширина, мм	870
Высота, мм	960
Максимальная скорость, км/ч	20
Максимальная глубина погружения, м	1000
Радиус действия робота, км	от 3 до 7

В зависимости от специфики выполняемой работы материал корпуса бионического робота-акулы может быть выполнен из прочного металлического материала, например, из легированной стали с высоким пределом текучести. Легированная сталь – сталь, которая кроме обычных примесей содержит элементы, специально вводимые в определенных количествах для обеспечения заданных механических и физических свойств. Данные элементы называются легирующими. Легирующие элементы повышают прочность, коррозионную стойкость стали, снижают опасность хрупкого разрушения. В качестве легирующих добавок применяют хром, никель, медь, азот, титан и т. д. [5].

Бионический робот-акула снабжен интеллектуальной омниаправленной системой уклонения от столкновений с препятствиями и камерами с автоматической балансировкой высокого разрешения. В основе омниаправленной системы лежит принцип гидролокатора, который имеет два режима работы: пассивный и активный. Во время активного режима гидролокатор самостоятельно излучает звуковые сигналы в заданном направлении и принимает отраженные сигналы. По скорости получения ответной реакции от сканируемого объекта вычисляется расстояние до объекта. Во время пассивного режима гидролокатор настроен лишь на прием шумов, производимых целью, на которую он направлен. Подводный робот-акула способен перемещаться по заданному маршруту без участия человека и самостоятельно возвращаться на базу для подзарядки аккумуляторной батареи [5].

Энергетика данного бионического подводного робота-акулы основана на использовании литий-ионных аккумуляторных батарей, обладающих достаточно высокой энергоемкостью, которые требуются постоянно подзаряжать, извлекая робота-акулу из воды, что существенно уменьшает его автономность и накладывает ограничения на использовании подводного робота в условиях скрытого перемещения. Повышение оперативности процесса заряда аккумуляторной батареи подводного робота со значительным расширением функциональных возможностей достигается при выполнении зарядки

батарей с использованием бесконтактного способа передачи электроэнергии. В основе способа лежит принцип электромагнитной индукции [6].

Данный способ подводной зарядки аккумуляторной батареи бионического робота-акулу осуществляется с помощью использования первичной обмотки трансформатора, которую помещают в средней части подводного робота. Вторичная обмотка высокочастотного трансформатора располагается в донном причальном устройстве, которая в свою очередь подключена через преобразователи к собственной аккумуляторной батарее. Зарядка аккумуляторной батареи самого донного причального устройства осуществляется при помощи использования подводной приливной электростанции, изображенной на рис. 2 (патент на полезную модель принят к публикации 09.03.2021).

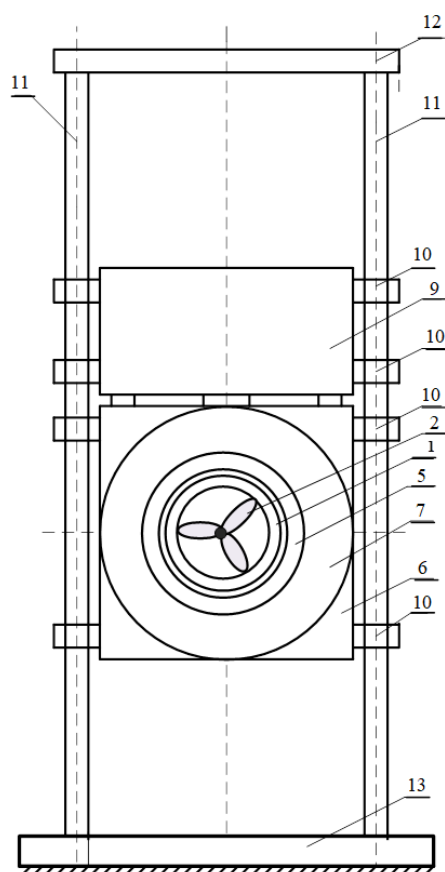


Рис. 2. Подводная приливная электростанция

Данное устройство (рис. 2) состоит из электрического генератора кольцевого типа, состоящего из ротора 1, который жестко соединен с винтом прилива 2 и винтом отлива 3, установленные на валу 4, и статора 5, размещенном в металлическом корпусе электрического генератора 6, на торцах которого установлены конусные устройства, образующие на входе потока воды конфузор 7, а на выходе – диффузор 8, на верхней части металлического корпуса электрического генератора 6 закреплен поплавок 9, на боковых сторонах которого жестко закреплены проушины 10, через которые пропущены опорные стойки 11, верхние концы которых скреплены платформой 12, а нижние концы установлены на массивном основании 13, что обеспечивает жесткость конструкции подводной приливной электростанции и устойчивость конструкции в определенной точке морской акватории.

Данное устройство работает одинаково при наличии морских течений прилива или отлива. Выталкивающая сила поплавок 9 и герметичных полостей металлического корпуса электрического генератора 6 поднимают электрический генератор к верхним слоям морского течения на заданную глубину заглубления. Морское течение прилива или отлива проходит через конусное устройство конфузор 7 в полость ротора 1 и приводит в движение винт прилива 2 или винт отлива 3 (в зависимости от направления морского потока) и выходит через конусное устройство диффузор 8. При прохождении морского потока через конфузор 7 или диффузор 8 (в зависимости от направления морского потока) скорость

морского потока и вращения винтов увеличиваются, повышается эффективность преобразования энергии морского течения в электрическую энергию.

При вращении постоянных магнитов ротора 1 их магнитные силовые линии пересекают проводники обмотки статора 5, наводят в них трехфазную систему ЭДС переменного тока. Таким образом, механическая энергия морского потока преобразуется в электрическую энергию.

Донное причальное устройство с вторичной обмоткой трансформатора, при помощи которого обеспечивается зарядка, располагается в массивном основании подводной приливной электростанции.

Следует отметить, что повышение рабочей частоты трансформатора позволяет при прочих равных условиях существенно уменьшить массу и его габариты [7].

Средняя часть бионического робота-акулы с первичной обмоткой совмещается за счет системы управления с вторичной обмоткой донного причального устройства, в результате соприкосновения поверхностей выполняется зарядка аккумуляторной батареи бионического робота-акулы. Для устойчивости бионического робота-акулы при осуществлении процесса зарядки в его конструкцию включены специальные опоры (рис. 1), с помощью которых бионический робот-акула удерживается в одном положении, система управления подводит робот к донному причальному устройству и далее осуществляется процесс зарядки аккумуляторной батареи. Данные опоры способствуют устойчивому положению робота во время зарядки, поскольку морское течение может препятствовать этому процессу и сдвигать положение робота относительно вторичной обмотки трансформатора, которая размещена в донном причальном устройстве [7].

Такая система энергоснабжения позволяет в автоматическом режиме заряжать аккумуляторные батареи бионического робота-акулы под водой без подъема самого робота на борт судна-носителя. При помощи этой системы обеспечивается длительное базирование бионического робота-акулы в морской акватории, что повышает его производительность при выполнении различного спектра задач [8].

Для осуществления максимальной передачи электроэнергии первичная и вторичная части обмоток трансформатора должны находиться на одной оси и располагаться на минимальном расстоянии друг относительно друга. Смещение между частями трансформатора, которое способно произойти при их стыковке, определенно снизит эффективность процесса передачи, что, конечно, приведет к увеличению времени заряда аккумуляторных батарей бионического робота-акулы. Работоспособность системы в целом останется прежней, если напряжение на вторичной обмотке трансформатора будет превышать напряжение аккумуляторной батареи [8].

Заключение

Задача исследования бионических принципов движения подводных морских обитателей и разработка автономных подводных роботов, в основе которого лежит бионический принцип движения и предназначенного для мониторинга природных и техногенных объектов, является важной и актуальной в настоящее время. Благодаря развитию данного направления человечеству открываются новые возможности исследования морских глубин, новые способы ведения военных действий и выполнение различных транспортных задач. Необходимо отметить, что система для обеспечения бесконтактной зарядки аккумуляторной батареи подводного робота должна обладать высокой эффективностью и надежностью, чтобы обеспечивать быстроту и качество зарядки подводного робота. Данный способ зарядки аккумуляторной батареи подводного робота обеспечивает проведение операции заряда аккумуляторной батареи без вскрытия корпуса робота и без его подъема на судно, то есть подводный робот во время зарядки находится на глубине, что позволяет избежать обнаружения и является самым эффективным с точки зрения качества передачи энергии, и массогабаритных показателей. Благодаря этому способу зарядки подводного робота возможна передача электроэнергии мощностью от нескольких ватт до десятков киловатт. Описанная технология в целом может быть использована как в гражданском, так и в военном судостроении.

Библиографический список

1. Бионический плавающий робот для мониторинга природных и техногенных объектов в гидросфере. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bionicheskiy-plavayuschiy-robot-dlya-monitoringa-prirodnih-i-tehnogennyh-obektov-v-gidrosfere/viewer> (дата обращения: 22.03.2021).

2. Оптимизация параметров конструкции бионического плавающего робота для мониторинга природных и техногенных объектов в гидросфере. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-parametrov-konstruktsii-bionicheskogo-plavayuschego-robot-dlya-monitoringa-prirodnyh-i-tehnogennyh-obektov-v/viewer> (дата обращения: 23.03.2021).

3. Развитие малых и средних автономных необитаемых подводных аппаратов на основе бионических (рыбоподобных) принципов движения для решения задач подразделений специального назначения ВМФ РФ. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-malyh-i-srednih-avtonomnyh-neobitaemyh-podvodnyh-apparatov-na-osnove-bionicheskikh-rybopodobnyh-printsipov-dvizheniya-dlya/viewer> (дата обращения: 23.03.2021).

4. Бионический подход в создании подводных аппаратов примеры исполнения. URL: https://studopedia.ru/4_97788_bionicheskiy-podhod-v-sozdanii-podvodnih-apparatov-primeri-ispolneniya.html (дата обращения: 24.03.2021).

5. Flow-relative control of an underwater robot. URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspa.2012.0671> (дата обращения: 24.03.2021).

6. Бесконтактное зарядное устройство. URL: <https://npcses.ru/news/бесконтактное-зарядное-устройство/> (дата обращения: 25.03.2021).

7. Обеспечение передачи заданной мощности в системе бесконтактного заряда аккумуляторных батарей подводного аппарата. URL: <https://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/30580/48-58.pdf?sequence=1> (дата обращения: 25.03.2021).

8. Устройство для зарядки аккумуляторной батареи подводного объекта. URL: <https://findpatent.ru/patent/240/2401496.html> (дата обращения: 26.03.2021).

УДК 621.315.14

А. Д. Куликов

студент кафедры электромеханики и робототехники

С. В. Соленьий – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

О ОБЗОРЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ И СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ (ЛЭП)

Поверхности высоковольтных изоляционных конструкций, работающих на открытом воздухе, неизбежно подвергаются загрязнению и периодическому увлажнению атмосферными осадками. Пыль, морская соль, промышленные и сельскохозяйственные загрязнения, дорожные реагенты со временем оседают на поверхности изоляторов, что приводит к образованию на их поверхности слоя загрязнения. Увлажнение загрязненной поверхности вызывает резкое снижение разрядного напряжения за счет возрастания проводимости слоя загрязнения.

При приложенном к изолятору рабочем напряжении возникает значительный ток утечки по его поверхности, который вызывает разогрев слоя загрязнения и усиление испарения влаги с поверхности изолятора. Подсушка поверхности приводит к резкому возрастанию падения напряжения на подсушенном участке и его перекрытию. При этом опорная точка дуги с высокой температурой располагается на краю водяной пленки и перемещается по мере ее высыхания.

Поскольку ток в канале образовавшегося разряда ограничивается только сопротивлением увлажненных участков поверхности, разряд переходит в стадию дуги и возникает поверхностный частичный дуговой разряд (ПЧРД).

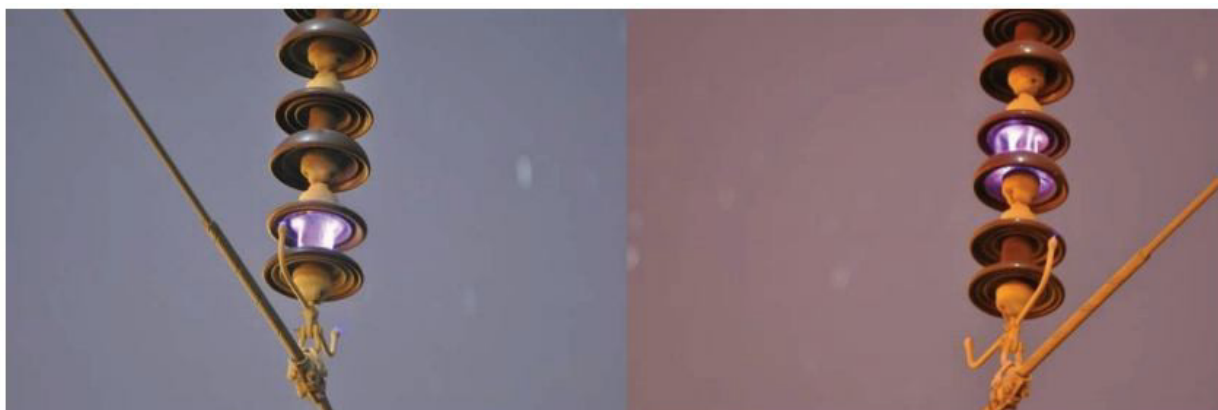


Рис. 1. Частичные разряды на поверхности гирлянды изоляторов ВЛ

Возникновение ПЧРД влечет за собой потери передаваемой мощности, а их развитие со временем может приводить к короткому замыканию (КЗ) и отключению ВЛ. Все это ведет к финансовым потерям для электросетевых компаний и снижению надежности электроснабжения потребителей. Одним из основных средств борьбы с загрязнением изоляции является проведение регулярных работ по ее очистке с земли или с воздуха с помощью машин и механизмов.

В настоящее время технический персонал электросетевых компаний не получает количественной оценки уровня загрязнения ВЛ. Таким образом, выбор участков ВЛ, нуждающихся в очистке изоляции, основывается, главным образом, на опыте эксплуатации. Помимо этого, после проведения работ по очистке гирлянд изоляторов персонал электросетевых компаний не имеет возможности оценить качество проведенных работ.

К существующим способам контроля и проверки изоляции ВЛ относятся применение оптических методов контроля, таких как УФ-камеры, испытания демонтированных изоляторов в лабораторных условиях, а также мониторинг токов утечки. Недостатки указанных выше методов перечислены в табл. 1.

Интенсивность частичных разрядов, в отличие от тока утечки, является интегральным параметром, который позволяет достоверно оценить степень опасности пробоя гирлянды и заблаговременно принять меры по удалению поверхностного загрязнения.

Недостатки различных способов контроля и проверки состояния изоляции ВЛ

№ n/n	Способ мониторинга состояния изоляции	Недостатки
1	УФ-камеры, предназначенные для оптического наземного обследования и приборы для периодической регистрации частичных разрядов (см. СТО ОАО «ФСК ЕЭС» СТО.56947007-29.240.003-2008. «Методические указания по дистанционному оптическому контролю изоляции воздушных линий электропередачи и распределительных устройств переменного тока напряжением 35-1150 кВ». СТО.56947007-29.240.133-2012. «Изоляция электроустановок в районах с загрязненной атмосферой. Эксплуатация и техническое обслуживание»	<ul style="list-style-type: none"> ● Полевое наземное обследование, как правило, производится выборочно и дает представление об одномоментном состоянии изоляторов. Повторное обследование изоляторов на этой опоре может быть выполнено через длительный промежуток времени, а состояние изоляторов меняется в зависимости от условий окружающей среды (влажности, ветра и временных загрязнений окружающей среды). ● Адекватность оценки результатов, полученных с помощью переносных оптических приборов для регистрации частичных разрядов, сильно зависит от опыта и навыков специалиста, оценивающего снимки. ● Обследование протяженных участков ВЛ требует проведения большого объема полевых работ
2	УФ-камеры, предназначенные для воздушного обследования состояния изоляции ВЛ (см. СТО ОАО «ФСК ЕЭС». СТО.56947007-29.240.003-2008 СТО.56947007-29.240.133- 2012)	<ul style="list-style-type: none"> ● Требуются дорогостоящие облеты ВЛ с применением вертолетов, что не всегда оправдано экономически или невозможно в виду правовых ограничений гражданской авиации (полеты в городской черте, сложность получения разрешений). ● Полученные данные отражают только одномоментное состояние изоляторов, которое меняется в зависимости от условий окружающей среды (влажности, ветра и временных загрязнений окружающей среды)
3	Испытание демонтированных изоляторов в лаборатории (см. СТО ОАО «ФСК ЕЭС» СТО.56947007-29.240.144-2013. «Электрооборудование на напряжение свыше 3 кВ. Методы испытаний внешней изоляции в загрязненном состоянии»)	<ul style="list-style-type: none"> ● Необходимо осуществлять выборку конкретных гирлянд изоляторов для демонтажа, в виду чего метод позволяет произвести только локальный анализ. ● Требуется отключение ВЛ и высотные работы при выполнении демонтажа гирлянд изоляторов или для их испытания на опоре. ● Метод сопряжен с финансовыми и временными затратами на проведение лабораторных испытаний, за счет чего снижается оперативность оценки состояния изоляции
4	Измерения токов утечки или удельной поверхностной проводимости на изоляторах, уставленных в условиях эксплуатации (см. СТО ОАО «ФСК ЕЭС». СТО.56947007-29.240.133-2012, СТО.56947007-29.240.144-2013	<ul style="list-style-type: none"> ● Регистрация тока утечки или измерение удельной поверхностной проводимости является менее надежным средством прогнозирования перекрытий изоляции (особенно в условиях низкой влажности) по сравнению с контролем интенсивности ПЧДР на поверхности изоляции.

№ n/n	Способ мониторинга состояния изоляции	Недостатки
		<ul style="list-style-type: none"> ● Требуется установка датчиков на каждую гирлянду изоляторов опор всей ВЛ (или участка ВЛ), что приводит к увеличению объема работ по монтажу, затратам на внедрение и эксплуатацию системы. Требуется создание сложной системы передачи измеряемых данных на большие расстояния
5	Измерение создаваемого частичными разрядами путем спектрального анализа параметров электромагнитного поля в радиочастотном диапазоне (см. МЭК 60270 «Методы высоковольтных испытаний – Измерение частичных разрядов»)	Устройство, измеряющее возмущения электромагнитного поля в радиочастотном диапазоне, должно находиться в достаточной близости от источника ПЧДР

Предлагаемый метод контроля состояния изоляции по физическому принципу соответствует методу, описанному в п. 5 табл. 1, но, в отличие от него, является дистанционным и позволяет контролировать ВЛ по всей ее длине. Для реализации распределенного контроля изоляции нескольких опор одним датчиком в качестве протяженной антенны принимающей возмущения электромагнитного поля (ЭМП) от ПДЧР служит грозотрос (ГТ).

Подробнее принцип работы системы мониторинга изоляции ВЛ (СМИ ВЛ) описан в п. 3 настоящей записки и позволяет обеспечить контроль изоляции:

- без отключения ВЛ во время эксплуатации системы;
- без регулярных полевых работ и с минимальными эксплуатационными затратами;
- с возможностью распределенного контроля по участку ВЛ;
- в режиме ежедневного удаленного мониторинга;
- с возможностью удаленной оценки качества работ по очистке изоляции.

Выводы

Причина загрязненности изоляционных конструкций ВЛ, прежде всего, заключается в отсутствии эффективной информационно-измерительной системы мониторинга ВЛ. До сих пор в известных работах системы мониторинга не рассматриваются как средства обнаружения воздействия и распознавания его вида, распознавания вида отложений. Оценка состояния элементов ВЛ по параметрам, контролируемым существующими в настоящее время системами мониторинга и проверки изоляции ВЛ, принципиально не позволяет на необходимом уровне решать задачу предотвращения загрязнений. Поэтому необходимо ввести перечень новых дополнительных и синтезированных параметров совместно с известными, которые позволят получить более информативную характеристику состояния ВЛ как механической системы.

Для оценки, контроля и прогнозирования состояния ВЛ, принятия решения о наличии опасности возникновения аварии на ВЛ достаточно обладать информацией о текущем состоянии каждого из промежуточных пролетов ВЛ. При этом целесообразно применять системы мониторинга только на тех промежуточных пролетах, на которых по данным опыта эксплуатации при прочих равных условиях метеорологические воздействия проявляются раньше и нарастают стремительнее, чем на остальных пролетах контролируемой линии.

Библиографический список

1. Левченко И. И., Засыпкин А. С., Аллилуев А. А. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах: учеб. пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. С. 448.

2. *Кузнецов П. А.* Совершенствование мониторинга воздушных линий электропередачи при экстремальных метеорологических воздействиях: дис ... канд. техн. наук: 05.09.03 / Саратовский государственный технический университет, 2008. С. 173.

3. *Панасенко М. В., Брыкин Д. А.* Обзор используемых устройств обнаружения отложений для систем мониторинга воздушных линий электропередачи // Воздушные линии. 2012. № 3. С. 79–82.

4. *Панасенко М. В.* Состав информационно-измерительных систем мониторинга воздушных линий электропередачи // Инновационные технологии в обучении и производстве: матер. VIII Всерос. науч.-практ. конф.: в 3 т. Т. 1 / ФГБОУ ВПО ВолгГТУ КТИ (филиал) ВолгГТУ, 2012. С. 145–148.

УДК621.314.6

С. Н. Кунаев

студент кафедры электромеханики и робототехники

А. А. Мартынов – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ БЕСПРОВОДНЫМ ПУТЕМ ПРИ ПОМОЩИ РЕЗОНАНСНОГО МЕТОДА

Резонансный способ передачи является способом бесконтактной передачи энергии, передающим энергию через электромагнитное поле, вызывая резонанс в паре резонаторов (например, паре саморезонирующих катушек) в электромагнитном поле (ближнем поле), позволяя электроэнергии до нескольких кВт передаваться на относительно длинное расстояние.

На рис. 1 приведена электроэнергетическая система беспроводной передачи электрической энергии для зарядки аккумуляторных батарей автомобиля. Система подачи энергии включает в себя транспортное средство 1 с электроприводом и систему 11 подачи энергии.

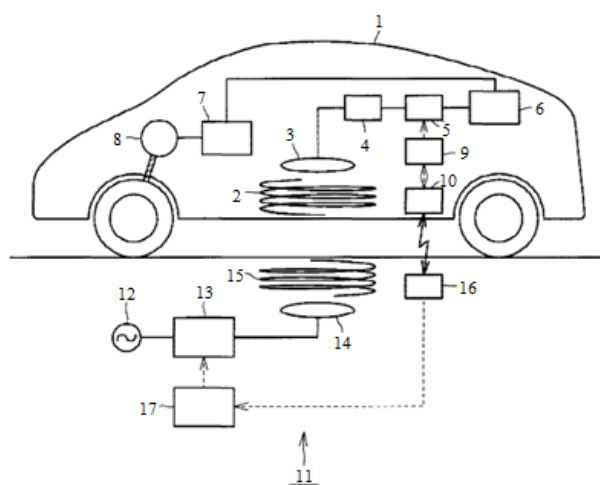


Рис. 1. Электроэнергетическая система беспроводной передачи электрической энергии для зарядки аккумуляторных батарей автомобиля

Транспортное средство 1 с электроприводом включает в себя вторичную саморезонирующую катушку 2, вторичную катушку 3, выпрямитель 4, преобразователь 5 постоянного тока в постоянный ток и устройство 6 накопления энергии. Транспортное средство 1 с электроприводом дополнительно включает в себя блок управления энергией (далее в данном документе также называемый PCU) 7, электродвигатель 8, ЭБУ (электронный блок управления) 9 транспортного средства и устройство 10 связи [1].

Хотя вторичная саморезонирующая катушка 2 размещена в нижней части кузова транспортного средства, она может быть размещена в верхней части кузова транспортного средства, если устройство 11 подачи энергии расположено над транспортным средством. Вторичная саморезонирующая катушка 2 является LC резонирующей катушкой, имеющей оба конца открытыми (несоединенными), и получает электрическую энергию от устройства 11 подачи энергии, резонируя с первичной саморезонирующей катушкой 15 устройства 11 подачи энергии (описанной позже) через электромагнитное поле. Хотя емкостной компонент вторичной саморезонирующей катушки 2 соответствует плавающей емкости катушки здесь, конденсатор может быть предусмотрен на концах катушки. Вторичная саморезонирующая катушка 2 имеет число своих витков, установленное соответственно так, что значение Q , представляющее интенсивность резонанса между первичной саморезонирующей катушкой 15 и вторичной саморезонирующей катушкой 2 (например, $Q > 100$), добротность катушки индуктивности находится по формуле $Q = (\omega \cdot L) / R = (2 \cdot \pi \cdot f \cdot L) / R$, где f – резонансная частота. Максимизированное значение Q сверхпроводящих проводов может быть реализовано на основе улучшенной технологии соеди-

нения. Значение K , представляющее степень их связи, становятся больше в зависимости от расстояния от первичной саморезонирующей катушки 15 устройства 11 подачи энергии, резонансной частоты первичной саморезонирующей катушки 15 и вторичной саморезонирующей катушки 2 и т. п. [2].

Вторичная катушка 3 размещается соосно с вторичной саморезонирующей катушкой 2 и может быть связана магнитным образом с вторичной саморезонирующей катушкой 2 посредством электромагнитной индукции. Вторичная катушка 3 извлекает электрическую энергию, полученную вторичной саморезонирующей катушкой 2, посредством электромагнитной индукции для вывода на выпрямитель 4. Выпрямитель 4 выпрямляет энергию переменного тока, извлеченную посредством вторичной катушки 3.

Преобразователь 5 постоянного тока в постоянный ток реагирует на сигнал управления от ЭБУ 9 транспортного средства, чтобы преобразовывать электрическую энергию, выпрямленную посредством выпрямителя 4, до уровня напряжения устройства 6 накопления энергии для вывода в него. В случае когда энергия получается от устройства 11 подачи энергии во время операции движения транспортного средства (в этом случае устройство 11 подачи энергии может быть размещено, например, в верхней части или в боковой части транспортного средства), преобразователь 5 постоянного тока в постоянный ток может преобразовывать электрическую энергию, выпрямленную посредством выпрямителя 4, в напряжение системы для непосредственной подачи в PCU 7. Устройство 6 накопления энергии является перезаряжаемым источником энергии постоянного тока, сформированным из аккумуляторной батареи, такой как литийионная или никель-металгидридная батарея.

Устройство 6 накопления энергии накапливает электрическую энергию, подаваемую от преобразователя 5 постоянного тока в постоянный ток, а также рекуперативную электроэнергию, генерируемую электродвигателем 8. Устройство 6 накопления энергии подает накопленную электрическую энергию к PCU 7. Конденсатор большой емкости может применяться в качестве устройства 6 накопления энергии. Любой буфер энергии является применимым, пока он может временно накапливать электрическую энергию, подаваемую от устройства 11 подачи энергии, и/или рекуперативную электрическую энергию от электродвигателя 170 и подавать накопленную электрическую энергию к PCU 7.

PCU 7 приводит в действие электродвигатель 8 посредством электрической энергии, выводимой из устройства 6 накопления энергии, или электрической энергии, непосредственно подаваемой от преобразователя 5 постоянного тока в постоянный ток. PCU 7 выпрямляет рекуперативную электрическую энергию, сгенерированную электродвигателем 8, для вывода в устройство 6 накопления энергии, таким образом, устройство 6 накопления энергии заряжается. Электродвигатель 8 приводится в действие посредством PCU 7, чтобы формировать движущую энергию транспортного средства, которая предоставляется ведущим колесам. Электродвигатель 8 генерирует электрическую энергию с помощью кинетической энергии, получаемой от ведущих колес и двигателя, не показаны, и выводит сгенерированную рекуперативную электрическую энергию в PCU 7.

В режиме подачи энергии от устройства 11 подачи энергии к транспортному средству 1 с электроприводом ЭБУ 9 транспортного средства управляет преобразователем постоянного тока в постоянный ток 5 так, что напряжение между выпрямителем 4 и преобразователем 5 постоянного тока в постоянный ток достигает предварительно определенного целевого напряжения. Когда используется в данном документе, ЭБУ 9 транспортного средства устанавливает целевое напряжение согласно уравнению, изложенному ниже, на основе величины электрической энергии, полученной от устройства 11 подачи энергии:

$$UN = \sqrt{(P \cdot R)},$$

где P – это целевое значение электрической энергии, получаемой от устройства 11 подачи энергии; R – это целевой импеданс.

Управляя напряжением между выпрямителем 4 и преобразователем 5 постоянного тока в постоянный ток, чтобы достигать вышеописанного целевого напряжения UN , импеданс может быть установлен в целевой импеданс R независимо от получаемой электрической энергии. Посредством установки, например, целевого импеданса R на основе значения импеданса устройства 11 подачи энергии соответствие импеданса между устройством 11 подачи энергии со стороны подачи энергии и транспортным средством 1 с электроприводом со стороны получения энергии может быть установлено.

Значение импеданса устройства 11 подачи энергии может быть получено от него через устройство 10 связи. ЭБУ 9 транспортного средства обнаруживает получение электрической энергии в транспортном средстве 1 с электроприводом и передает обнаруженное значение устройству 11 подачи энергии через устройство 10 связи.

В режиме движения транспортного средства ЭБУ 9 транспортного средства управляет PCU 7 на основе состояния движения транспортного средства и состояния заряда устройства 6 накопления энергии. Устройство 10 связи функционирует как интерфейс связи, чтобы осуществлять беспроводную связь с устройством 11 подачи энергии, внешним по отношению к транспортному средству.

Устройство 11 подачи энергии включает в себя источник 12 энергии переменного тока, высокочастотный формирователь 13 высокочастотной энергии, первичную катушку 14, первичную саморезонирующую катушку 15, устройство 16 связи и ЭБУ 17. Источник 12 энергии переменного тока является внешним по отношению к транспортному средству и источником питания системы, например. Формирователь 13 высокочастотной энергии преобразует электрическую энергию, полученную от источника 12 энергии переменного тока, в электрическую энергию высокой частоты. Преобразованная высокочастотная электрическая энергия подается на первичную катушку 14. Частота высокочастотной электрической энергии, сгенерированной формирователем 13 высокочастотной энергии, составляет от 1 МГц до десятка и нескольких МГц. Первичная катушка 14 размещается соосно с первичной саморезонирующей катушкой 15 и может быть связана магнитным образом с первичной саморезонирующей катушкой 15 посредством электромагнитной индукции. Первичная катушка 14 подает электрическую энергию высокой частоты, поданную из формирователя 13 высокочастотной энергии, на первичную саморезонирующую катушку 15 посредством электромагнитной индукции.

Хотя первичная саморезонирующая катушка 15 размещается близко к земле, она может быть размещена над транспортным средством в случае, когда энергия подается транспортному средству 1 с электроприводом сверху транспортного средства. Первичная саморезонирующая катушка 15 аналогична LC-резонирующей катушке, имеющей оба конца открытыми (без контакта), и передает электрическую энергию транспортному средству 1 с электроприводом, резонируя с вторичной саморезонирующей катушкой 2 транспортного средства 1 с электроприводом через электромагнитное поле. Хотя емкостной компонент первичной саморезонирующей катушки 15 похожим образом соответствует плавающей емкости катушки, конденсатор может быть подключен на концах катушки.

Первичная саморезонирующая катушка 15 имеет число своих витков, заданное соответственно так, что значение Q (например, $Q > 100$), степень K связи и т. п. становятся больше на основе расстояния от вторичной саморезонирующей катушки 2 транспортного средства 1 с электроприводом, резонансной частоты первичной саморезонирующей катушки 15 и вторичной саморезонирующей катушки 2 и т. п.

Устройство 16 связи функционирует как интерфейс связи, чтобы осуществлять беспроводную связь с транспортным средством 1 с электроприводом, которое является получателем подаваемой энергии. ЭБУ 17 управляет формирователем 13 высокочастотной энергии так, что получаемая электрическая энергия в транспортном средстве 1 с электроприводом достигает целевого значения. В частности, ЭБУ 17 получает от транспортного средства 1 с электроприводом получаемую электрическую энергию и ее целевое значение для транспортного средства 1 с электроприводом через устройство 16 связи и управляет выходным сигналом формирователя 13 высокочастотной энергии так, что получаемая электрическая энергия в транспортном средстве 1 с электроприводом совпадает с целевым значением. ЭБУ 17 может передавать значение импеданса устройства 11 подачи энергии транспортному средству 1 с электроприводом.

Рис. 2 изображает схему для описания механизма передачи энергии посредством резонансного способа. Резонансный способ похож на резонанс двух камертонов. Посредством резонанса двух LC-резонирующих катушек, имеющих одинаковую нейтральную частоту в электромагнитном поле (ближнем поле), электрическая энергия передается от одной катушки к другой катушке через электромагнитное поле.

В частности, первичная катушка 1.2 соединяется с источником 1.1 высокочастотной энергии, и электрическая энергия с частотой от 1 МГц до десятка и нескольких МГц подается на первичную саморезонирующую катушку 1.3, которая магнитным образом связана с первичной катушкой 1.2 посредством электромагнитной индукции. Первичная саморезонирующая катушка 1.3 является LC резона-

тором на основе индуктивности и плавающей емкости катушки, резонирующим со вторичной саморезонирующей катушкой 340, имеющей ту же резонансную частоту, что и первичная саморезонирующая катушка 1.3, через электромагнитное поле (ближнее поле). Соответственно, энергия (электрическая энергия) передается от первичной саморезонирующей катушки 1.3 к вторичной саморезонирующей катушке 1.4 через электромагнитное поле. Энергия (электрическая энергия), переданная вторичной саморезонирующей катушке 1.4, извлекается вторичной катушкой 1.5, магнитным образом связанной с вторичной саморезонирующей катушкой 1.4, посредством электромагнитной индукции, чтобы представляться нагрузке 1.6. Передача энергии посредством резонансного способа реализуется, когда значение Q , представляющее интенсивность резонанса между первичной саморезонирующей катушкой 1.3 и вторичной саморезонирующей катушкой 1.4, выше чем 100, например [3].

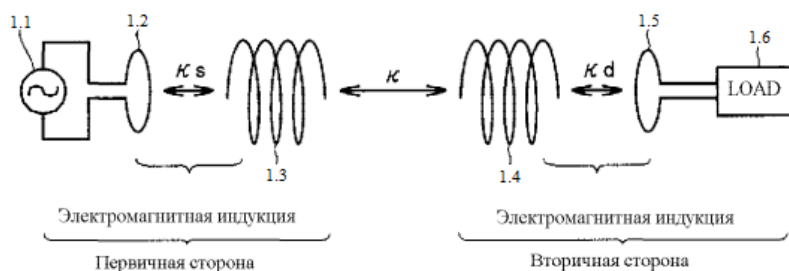


Рис. 2. Схема связи с использованием резонанса магнитного поля

Соответствующая взаимосвязь между элементами на рис. 1 будет описана позже в данном документе. Источник 12 энергии переменного тока и формирователь 13 высокочастотной энергии на рис. 1 соответствуют источнику 1.1 высокочастотной энергии на рис. 2. Первичная катушка 14 и первичная саморезонирующая катушка 15 на рис. 1 соответствуют первичной катушке 1.2 и первичной саморезонирующей катушке 1.3, соответственно, на рис. 2. Вторичная саморезонирующая катушка 2 и вторичная катушка 3 на рис. 1 соответствуют вторичной саморезонирующей катушке 1.4 и вторичной катушке 1.5, соответственно, на рис. 2. Элементы выпрямителя 4 и т. д. на рис. 1, в целом, представлены как нагрузка 1.6.

На рис. 3 приведены графики распределения напряженности магнитного поля в зависимости от расстояния до источника магнитного поля.

На рис. 3 электромагнитное поле состоит из трех компонентов. Кривая k_1 представляет компонент, обратно пропорциональный расстоянию от источника волн, и называется «полем излучения». Кривая k_2 представляет компонент, обратно пропорциональный квадрату расстояния от источника волн, и называется «полем индукции». Кривая k_3 представляет компонент, обратно пропорциональный кубу расстояния от источника волн, и называется «электростатическим полем».

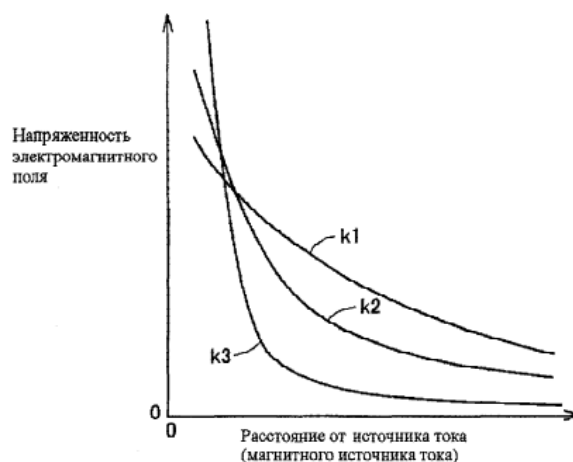


Рис. 3. Распределение напряженности магнитного поля в зависимости от расстояния до источника магнитного поля

Электростатическое поле – это область, где интенсивность электромагнитной волны резко уменьшается в соответствии с расстоянием от источника волн. В резонансном способе энергия (электрическая энергия) передается, пользуясь преимуществом ближнего поля (рассеянного поля), где это «электростатическое поле» является доминирующим. В частности, в ближнем поле, где «электростатическое поле» является доминирующим, вызывается резонанс пары резонаторов, имеющих одинаковую нейтральную частоту (например, пара LC-резонирующих катушек), посредством чего энергия (электрическая энергия) передается от одного резонатора (первичной саморезонирующей катушки) к другому резонатору (вторичной саморезонирующей катушке). Поскольку «электростатическое поле» не передает энергию далеко, резонансный способ допускает передачу энергии с меньшей потерей энергии по сравнению с электромагнитной волной, которая передает энергию (электрическую энергию) посредством «поля излучения», которое передает энергию на большое расстояние [4].

Библиографический список

1. Yukinori T. Система беспроводного питания и устройство передачи электропитания. URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2615166C1_20170404.pdf (дата обращения: 08.10.2020).
2. Chung Y., Lee T. Журнал международного совета по электротехнике. URL: <https://doi.org/10.1080/22348972.2017.1333483> (дата обращения: 01.12.2020).
3. Cheon S., Kim Y. Устройство беспроводной передачи энергии и беспроводного приема питания устройств. URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/7f/64/f4/33b1fef4b15f5d/US20110133569A1.pdf> (дата обращения: 20.11.2020).
4. Новаковски Р., Кинг Б. Проектирования высокочастотных DC/DC-преобразователей с высоким входным напряжением. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-proektirovaniya-vysokochastotnyh-dc-dc-preobrazovateley-s-vysokim-vhodnym-napryazheniem> (дата обращения: 11.12.2020).

УДК 004.5

Д. В. Куцулим

студент кафедры электромеханики и робототехники

А. В. Рысин – ассистент**О. Я. Соленая** – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ГРУППОВАЯ РОБОТОТЕХНИКА

В современном мире физические явления и законы природы все чаще рассматриваются в технических, программных и имитационных решениях различных задач. Стая насекомых, рыб или птиц, катящихся по криволинейной поверхности капля воды, – процесс самосборки сложных надмолекулярных структур – все это легло в основу многих алгоритмов оптимизации на основе децентрализованной самоорганизации. К сожалению, основной реализацией всех этих алгоритмов является имитационное моделирование.

Проблемы реализации алгоритмов этого класса в виде физических моделей, например, в групповой робототехнике в основном сводятся к одному – необходимости выполнения задачи у многих псевдоинтеллектуальных агентов. Каждый агент имеет ряд параметров, в том числе общие размеры, себестоимость и т. д. В случае моделирования агенты варьируются от групп ячеек памяти до сложных функций, которые хранятся только для описания.

Если мы рассмотрим основные алгоритмы организации роевого интеллекта, большинство из них имеют свои дополнительные ограничения, которые препятствуют их физической реализации.

Основные алгоритмы роевого интеллекта:

алгоритм муравья;

пчелиный алгоритм;

метод роения частиц;

искусственная иммунная система;

другие.

В то же время вполне возможно реализовать некоторые из этих алгоритмов или аналогичные модели поведения в качестве группы роботов. В данном случае, прежде всего, речь идет об алгоритме пчел, а точнее, пчелиных семей. Есть несколько ключевых ролей, каждый робот выполняет одну из них и потенциально может играть другую роль. Такой подход позволяет относительно недорого реализовать алгоритм на нескольких конечных агентах.

Однако использование тех или иных моделей роевого интеллекта и групповых роботов тесно связано с решаемой задачей. Здесь следует отметить, что основным назначением этого метода является оптимизация.

Задачи, основанные на цели поиска, должны сократить время, необходимое для достижения результата; который прямо пропорционален количеству направлений для исследования области одновременно. По своей природе и механике задачи поиска подобны оцифровке различных объектов или созданию карт местности.

Изучение задач, использующих механизмы редактирования колонии или системы единиц, позволяет определить две группы: дополнительные абстракции (потoki выполнения или узлы, уровни нейронной сети), задачи вычислительных систем уровня и реализацию системы единиц в качестве программной оболочки, которая управляет физическим приложением. Как упоминалось ранее, эти задачи имеют общие черты: масштабируемость, единый алгоритм работы каждого блока, надежность системы в целом.

Исходя из того, что алгоритмы роевого типа построены на изображении и сходстве биологических систем (колоний насекомых), поведенческий метод и метод единиц, контролируемых аналогичным алгоритмом, будут аналогичны прототипам. Одной из основных задач биологического прототипа стадных систем является защита колонии, контроль территории и добыча ресурсов. Такие задачи выполняются одновременно многими независимыми агентами в разных направлениях или на местности. В человеческой жизни такие задачи непосредственно применяются в тех областях, которые осуществляют охранно-поисковые мероприятия [1].

Пространственные задачи групповых роботов

Одновременно согласованный фактор влияния может быть использован как система для получения или проверки информации о большом количестве копий (агентов) объекта. Тесты с участием большого количества участников сокращают время достижения возможного столкновения, позволяя анализировать полосу пропускания исследуемого объекта.

Техника получения и обработки статистических данных во время исследования или тестирования может повторять процедуры обучения в 5 нейронных сетях, а факторы параллельного выполнения и простота масштабирования позволяют провести аналогию в методологии подхода к задачам и охарактеризовать системы, управляемые большим количеством интеллекта, как возможный элемент нейронной сети.

Возможной конечной задачей является оцифровка трехмерных объектов или создание карты местности. Эта задача делится на две части:

задание с большим процентом устранения или поломки;

задачи с большим пространственным охватом.

Такими задачами являются использование технических устройств в зонах с агрессивной средой или непредсказуемыми условиями эксплуатации. Второй вариант имеет базовое требование по сокращению рабочего времени для выполнения задачи, достигаемой одновременной активностью в различных секторах области оцифровки или поиска. В дополнение к задачам поиска и оцифровки в эту группу может входить задача отслеживания сложных объектов, регионов или целей. Такая задача сочетает в себе функции наблюдения, сбора информации, отслеживания и отслеживания объектов, отслеживания местоположения.

Моделирование химических процессов

Природные материалы обладают свойствами, которые могут изменяться в процессе существования, а это означает, что оценка долгосрочного использования материалов требует дополнительных средств. Основываясь на том факте, что химические соединения представляют собой комбинацию мельчайших частиц (молекул), формирование долговременного поведения на основе алгоритмов роевого типа позволяет показать возможные изменения. Группа молекул, как и воздействию фактору, задается моделью поведения, свойствами, характеристиками, пороговыми значениями для реализации переходных состояний. Точно так же формирование системы из двух или более наборов алгоритмических приложений позволит имитировать эффекты коррозии, ультрафиолета, реагентов или теплового излучения [2].

Физические явления

Размеры вселенной не представляют возможности исследования стандартными методами. Процессы образования, присутствия и трансформации вещества в космосе требуют реконструкции сложных отношений, действующих по определенным законам, от уровня субатомных частиц до уровня галактики. Использование роевого алгоритма на основе определенного уровня идентичности при сравнении вещества и, например, атома в молекуле или звезды в галактике. Основываясь на базовой механике работы роевого алгоритма, можно моделировать космическое исследование на основе этой концепции.

Прогнозирование погодных явлений

Концепция роевого интеллекта также используется для моделирования таких физических процессов, которые отражаются в погодных явлениях. Атмосфера создается газообразной средой с разным содержанием воды и разных газов в ее слоях, а степень нагрева поверхности зависит от облачности в конкретной области при дневном свете и свойств самой поверхности. Состав атмосферы, уровень испарения воды, выбросы углекислого газа, влияние водных артерий и релаксация задаются сложной системой. Основные элементы, составляющие воздушную среду, моделируются рой агентов, которая представляет собой систему частиц.

Цель использования алгоритмического комплекса состоит в том, чтобы моделировать непрерывное воздействие и диффузию различных веществ в атмосфере и отслеживать их поселения и их перемещения в окружающих областях. Химические элементы и соединения принимаются в качестве элементов роя, и их производственный пункт выбирается из соответствующих промышленных зон, энергогенерирующих кластеров, подъездных путей или природных ресурсов. Каждое химическое со-

единение имеет свои собственные физические свойства, которые составляют соответствующую модель поведения. Группа предметов в сочетании с этими особенностями формализована как рой определенного вида с фиксированными маркерами для отслеживания перемещения по региону [3].

Прогнозирование распространения лесных пожаров

Борьба с лесными пожарами охватывает различные климатические зоны и государства. В зависимости от инфраструктуры дорог и сообщений, типа эксплуатации лесных ресурсов и рельефа земли эта проблема имеет особенности, связанные с закалкой и локализацией возникающих карьеров. Этот подход вносит вклад в оценку, последующую локализацию и подавление лесных пожаров, а также многих переменных, которые оказывают многократное влияние изменений на конкретные регионы. Основная идея – метод динамического картирования, который может моделироваться различными программными инструментами и, в конечном счете, отображать ход событий в реальном времени с учетом различных факторов.

Роль использования роевого интеллекта здесь заключается в моделировании огня и различных факторов окружающей среды. Факторы, влияющие на пожарную опасность, могут быть смоделированы с использованием другого роя или альтернативных методов. В качестве примера можно привести зону весеннего паводка, потому что дно леса и область области защищены от пожара водой во время разлива, но когда они резко высохли из-за изменений климатических условий, эта область представляет собой мертвую древесину и, соответственно, эффективные условия для распространения огня.

Многолетнее ландшафтное моделирование

Эта задача основана на оценке жизнеспособности и развития растений, посаженных для длительного роста. Задача моделирования роста зеленого поля важна в современном развитии и экологии. Получение количественных показателей для создания рекреации растительности и лесного фонда является перспективным для состояния современного общества и экологии. Он считается роем растительных колоний, а в качестве агента – отдельным растением с типичными характеристиками, ожидаемой программой роста и реакцией на внешние факторы.

Исследуемая ландшафтная задача зависит от многих факторов, которые оказывают положительное и отрицательное влияние, и в результате элементы роя будут реагировать на эти параметры, создавая тем самым уникальное поведение в целом для моделируемой экосистемы. Изменяя параметры, ответственные за факторы, влияющие на тестовую колонию, можно динамически контролировать реакцию экосистем на внешние воздействия.

Моделирование трафика

Проект городского района имеет важную цель в создании комфортного жилого пространства для населения, проживающего в определенном регионе, и населения, использующего определенный район в качестве транспортного узла. Тестирование нагрузки инфраструктуры требует моделирования потоков трафика, которые могут использовать масштабируемую систему, управляемую роевым интеллектом. В этом случае характер поведения каждой группы, движущейся по шоссе, является абстрактным. Сумма потоков в разных направлениях позволит имитировать фактическую полезную нагрузку в любом масштабе [4].

Моделирование транспортных потоков в пешеходных зонах

Моделирование потоков в пешеходных зонах и заторов в общественном транспорте требует визуализации и прогнозирования, равно как и моделирование транспортной нагрузки на дорожную сеть. Эта задача также может быть решена с помощью роевого интеллекта.

Вы можете отслеживать имитационную модель для выбранной местности, запустив виртуальный макет, в котором работают потоки, управляемые роевым интеллектом. Основываясь на базовой функциональности роевого алгоритма, мы можем легко масштабировать количество агентов предметов, участвующих в эксперименте. Корреляция единиц роя, изменение средней скорости движения или другие параметры, которые характеризуют кочан, позволят получить конкретный прогноз состояния пешеходной системы в определенную точку дня в каждой точке местности.

С учетом обязанностей пешеходного движения в рамках использования алгоритма роя задача прогнозирования и анализа транспортных потоков людей при массовых мероприятиях в городских условиях делится на отдельную группу.

Рыночные отношения, биржевая торговля

Область рыночных отношений может быть представлена как стратегическая игра участвующих групп, каждая из которых имеет свою собственную поведенческую стратегию, реализуемую алгоритмически. Подобный набор стратегий или агентов можно сравнить с колонией, которая применяет такую же стратегию поведения в борьбе за ресурсы, но на разных позициях или при определенных условиях.

Моделирование рынка предполагает развитие и поведение его участников, а процессы, происходящие на торговых и биржевых площадках, отражают движения цен существующих активов и ресурсов. Поскольку агенты, банки, частные инвесторы, государственные регулирующие органы и программные инструменты для технического анализа выступают в роли игроков на конкретном сайте, их поведение может быть выполнено и виртуализировано с использованием роевого интеллекта. Поэтому для технического анализа используется программный инструмент, по сути, САУ, который реализует стратегии, содержащиеся в конкретном алгоритме. Если вы хотите создать в группе этих систем концепцию роевого интеллекта, то для достижения этой цели имитация колонии трейдеров.

Моделирование явлений или процессов с типом фрактальной структуры, которая требует многократного масштабирования

Многократное самоподобие – тема, которая ограничивает роевые алгоритмы с точки зрения отражения и воссоздания биологических и природных явлений. Фрактальные модели заморозков или облаков и алгоритмические модели, образующие различные естественные поверхности, используются для выявления различий в современной компьютерной графике.

На основе одного из определений фракталов и их механики, использованных при создании сложных систем и зависимостей, можно сделать вывод о модификации построения систем на основе фрактальной парадигмы. Предлагаемая модификация в базовой версии сводится к созданию гибридной функции, которая включает в себя законы построения определенного типа фрактала и элемента роя, который самостоятельно 10 принимает решения для достижения конечной цели или действия в ответ на сигналы внешней среды.

Одним из простейших примеров является графическое моделирование как можно ближе, реальный прототип, в реальных условиях – это объекты роста водорослей, плесени, образования инея, образования обмерзания или коррозии. Приведенные примеры имеют пространственное развитие под влиянием факторов: освещенности, влажности, температурных факторов, основного материала, типа покрытия, различных химикатов и соединений.

Практическое использование «фрактально-роевой» модели может быть активно использовано при изучении защитных покрытий, химических веществ, позволяющих испытать свойства препарата в течение длительного периода времени. При использовании этой модели вы можете надежно контролировать работу химического состава в разных условиях и на разных материалах. Важной особенностью является то, что скорость строительства колонии и, соответственно, достижение результата и графического отображения зависят только от производительности системы расчета, из которой выполняется моделирование.

Заключение

Приведенные методы и алгоритмы роевого интеллекта не являются конечным набором, подобным выполняемым задачам. Каждая задача может быть решена альтернативными способами. Цель этой статьи состояла в том, чтобы показать общие результаты использования роевого интеллекта и групповой робототехники, полученные в ходе исследования. Что было сделано. В результате стоит отметить, что, пытаясь применить методы роевого интеллекта для решения различных задач, стоит подготовиться к итеративному подходу в адаптации базового алгоритма к конечной цели.

Библиографический список

1. *Водолазский И. А., Егоров А. С., Краснов А. В.* Роевой интеллект и его наиболее распространенные методы реализации // Молодой ученый. 2017. № 4 (138). С. 147–153.

2. *Яковлева Е. А., Сорокин А. А., Коваленко Р. А.* Роевой интеллект в роботизированном решении пространственных задач: монография. Казань: Бук, 2020. 104 с.
3. *Баранюк В. В., Смирнова О. С.* Роевой интеллект как одна из частей онтологической модели бионических технологий // International journal of open information technologies. 2015. N 12. P. 13–17.
4. *Киселев С. О., Фроловский В. Д.* Исследование и сравнение бионических методов и моделей для автоматизированного проектирования маршрутов обхода геометрических объектов // Национальная ассоциация ученых. 2015. № 4–2 (9). С. 111–115.

УДК 537.312.5

М. Д. Кхан

ученик школы № 356 с углубленным изучением иностранных языков

А. А. Мельникова – магистрант кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель

СОВРЕМЕННЫЕ ФОТОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Что такое фотоэнергетика

Для начала нам нужно разобраться, что же это такое – фотоэнергетика.

Фотоэнергетика – это так называемая солнечная энергия, а точнее – технология получения электрической или тепловой энергии за счет преобразования энергии солнечного света. Данное преобразование солнечной энергии в электрическую носит название фотоэнергетика (солнечная энергетика), где Солнце – неисчерпаемый источник энергии [1].

Фотоэнергетические технологии

Для фотоэнергетических технологий используются солнечные модули, которые в свою очередь можно размещать как на земле, так и на крышах зданий. На рис. 2.1 наглядно представлены солнечные панели (модули).



Рис. 2.1. Солнечные панели)

Для производства электрической энергии с использованием солнца используются солнечные электростанции (СЭС), такие как Solana Generating Station в Аризоне или же KaXu Solar One в ЮАР, и многие другие).

В свою очередь такие электростанции состоят из следующих компонентов [1]:

- солнечные модули;
- солнечный инвертор;
- контроллер;
- система мониторинга солнечной электростанции;
- аккумулятор.

На рис. 2.2 будут изображены компоненты, входящие в состав солнечной электростанции.

Солнечные модули (солнечные панели) – это группа полупроводниковых компонентов (фотоэлементов), которые преобразуют солнечную энергию в постоянный электрический ток. Данный модуль состоит из множества солнечных элементов. Модули изготавливаются с различными параметрами и характеристиками в зависимости от количества солнечных элементов, их размеров и используемой технологии [1]. Солнечные модули обычно весят порядка от 13 до 25 кг, достигают размеров 1 x 1,5 x 0,3 м и имеют срок службы не менее 25 лет.

На сегодняшний день основным материалом, используемым при производстве ячеек (фотоэлементов) для солнечных панелей, является кремний. Существует несколько видов солнечных панелей – монокристаллические, поликристаллические, тонкопленочные и гетероструктурные.

На рис. 2.3 будет представлена схема, иллюстрирующая виды солнечных панелей.



Рис. 2.3. Виды солнечных панелей

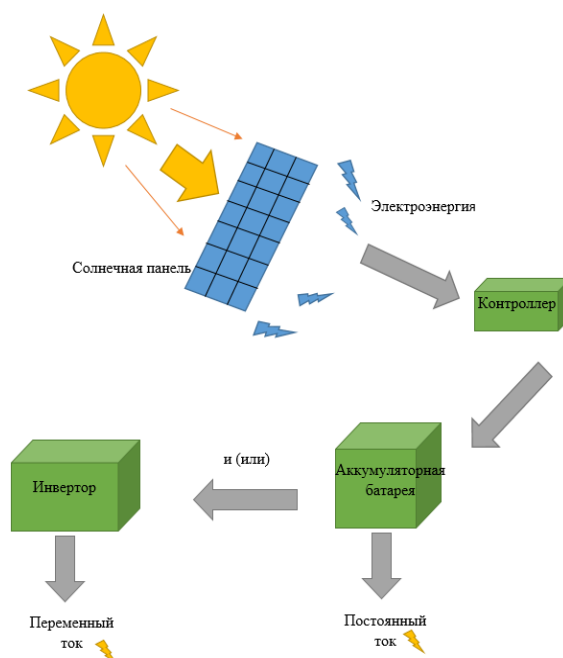


Рис. 2.2. Компоненты солнечной электростанции (СЭС)

Солнечный инвертор – полупроводниковый компонент, который преобразует постоянный ток, генерируемый солнечным модулем в переменный ток. В состав инверторных устройств могут устанавливаться трансформаторы напряжения для получения необходимого потребителю уровня напряжения [1].

Контроллер – это микропроцессорное устройство, своего рода некий «мозг» солнечной системы, который управляет режимами работы солнечной электростанции и осуществляет контроль, а также переключает питание потребителя от солнечной электростанции/аккумулятора (при наличии) / центрального источника питания (при наличии), также контролирует заряд аккумулятора и защищает систему электропитания потребителя от перегрузок. На промышленные солнечные электростанции вместо контроллера может использоваться структура управления более высокого уровня.

Система мониторинга солнечной электростанции – по сравнению с контроллером представляет собой структуру для управления (промышленными) сетевыми или локальными солнечными электростанциями более высокого уровня. Данная система имеет в своем составе такое оборудование как релейная защита и автоматизация, телемеханика, система учета электроэнергии, система слежения за положением солнца, так и систему диспетчеризации солнечной электростанции.

Аккумулятор – электрохимическое устройство, которое позволяет накапливать электрическую энергию на длительный срок для того, чтобы в дальнейшем передать ее потребителю в необходимый период времени. Наиболее часто используется в зависимости от применяемой технологии: свинцово-кислотные и литий-ионные аккумуляторы. Эти аккумуляторы часто используют для накопления солнечной энергии [1].

Достоинства и недостатки фотоэнергетики

На сегодняшнее время вопрос об экологичности различных производств, систем, объектов и многое другое стоит наиболее остро. Это как раз и является главным достоинством солнечной энергетики, так как по сравнению с аналогичными методами выработки электроэнергии фотоэнергетические системы не создают шумового загрязнения.

Также бесспорным достоинством является то, что подобные системы требуют сравнительно небольшого ухода и малозатратного обслуживания по сравнению с другими методами выработки электроэнергии. Достаточно лишь время от времени очищать модули от скопившегося снега или пыли [2].

Стоит отметить следующий момент, касающийся доступности. В отличие от традиционных источников энергии, таких как газ или уголь, солнечная энергия может быть использована в любой точке мира с применением различной установленной мощности и размера солнечной системы (модуля), начиная с рюкзака для зарядки смартфона или иной техники, вплоть до парков площадью в несколько гектар, которые способны обеспечивать энергией целые промышленные зоны или города [3]. По мимо всего прочего, генерация солнечной энергии доступна каждому гражданину в целях электроснабжения собственного домохозяйства, например, фермерам для обеспечения электроснабжения на полях или для предприятий и различных государственных учреждений [4].

Из всего вышесказанного назревает вполне логичный и очевидный вопрос: как же использовать солнечную энергию там, где солнце практически не появляется в течение года, особенно это касается северных регионов страны.

На самом же деле, для выработки солнечной энергии необязательно наличие солнечной погоды и прямых солнечных лучей – ведь даже при облачном небе вырабатывается электричество, хоть и не так эффективно, нежели в солнечную погоду [4]. Еще одним из распространенных заблуждений по использованию солнечной энергии является то, что для его практического применения необходима высокая температура окружающей среды, но это отнюдь не так. Солнечная генерация успешно используется и безотказно работает как в жарком, так и в суровом климате (к примеру, в Якутии) [3].

Однако солнечная генерация невозможна без наличия солнечных лучей, а точнее ночью, так как солнечный свет отсутствует, отсюда можно сделать вывод, что такие станции не могут работать на постоянной основе, так же на генерацию энергии влияют и погодные условия, например, в пасмурные дни количество вырабатываемой энергии значительно снижается, что во многих случаях делает солнечную энергию неосновным источником электроэнергии [4].

Из этого следует еще одна проблема: из-за прерывающегося цикла выработки энергии целесообразнее всего использовать аккумуляторные батареи (АКБ) для аккумуляции энергии и периодического сглаживания неравномерного поступления энергии от солнечных панелей, а также для получения постоянного тока, однако их главный минус – цена, так как АКБ больших мощностей стоят довольно дорого.

Также одним из серьезнейших недостатков является низкая мощность на квадратный метр – это один из самых важных параметров электроэнергии. Для солнечной энергетики этот показатель в среднем равен 170 Вт/м², данное значение больше чем у всех используемых возобновляемых источников энергии, но в сравнении с традиционными источниками энергии (нефть, уголь, газ, атомная энергия) он гораздо ниже [5], что впоследствии приводит к увеличению площади солнечных панелей для добычи 1 кВт энергии. Исходя из этого, можно сделать вывод, что для производства электроэнергии в промышленных масштабах понадобится не одна тройка солнечных панелей.

Тем самым мы подходим к другой проблеме – к требованиям по производству солнечных панелей, для создания которых требуются материалы, которые являются редкоземельными и дорогостоящими, такие как теллурида калия (CdTe), селенида меди индия галлия (CIGS), что увеличивает их стоимость и делает их очень трудными в изготовлении и утилизации. В итоге это приводит к существенному увеличению цен на солнечные панели [5].

Перспективы развития фотоэнергетики в России

Успехи последних лет в технологии фотопреобразования и положительный практический опыт использования фотоэлектрических систем стали основой быстрого развития фотоэнергетики в мире. В связи с бурно развивающимся рынком возобновляемой энергетики в мире Россия не имеет возможности более игнорировать данный сектор экономики. Иначе лидирующие позиции уже никогда невозможно будет достичь. Однако в настоящее время Россия набирает обороты в сфере фотоэнергетики [6].

Перспективы развития создания фотоэнергетики связаны с переходом на четырех-, пяти- и шестикаскадные структуры для повышения КПД до 32–35 %. Использование облегченной подложки в качестве кремния и стекла повышает удельные энергомассовые характеристики фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) и позволяет расширить спектральный диапазон с помощью введения в структуру ФЭП специальных слоев, которые снижают радиоактивное воздействие и повышают срок активной службы свыше 15 лет. В табл. 4.1 будет представлена оценка энергомассовых характеристик ФЭП. Промышленное освоение пяти- и шестикаскадных структур с согласованной решеткой и метаморфные ожидается в 2020–2030 гг. [6].

Таблица 4.1

Оценка удельных энергомассовых характеристик (ЭМХ) ФЭП

Тип ФЭП	КПД, %	Удельная мощность, Вт/м ²	Подложка ФЭП	Удельная ЭМХ [Вт/кг] на уровне СИС	Удельная ЭМХ [Вт/кг] на уровне ФЭП
Трехпереходный (Современный уровень)	28	380	Ge 140 мкм	260-314 (1,46-1,2 кг/м ²)	228-271
Трехпереходный (Усовершенствованный)	30	400	Ge 140 мкм	280-340 (1,46-1,2 кг/м ²)	245-291
Многoperеходный (Четырехкаскадные)	33	450	Ge 140 мкм	310 (1,46-1,2 кг/м ²)	273-325
Многoperеходный (Шестикаскадные)	37	500	Ge 140 мкм	340 (1,46-1,2 кг/м ²)	300-360
Трехпереходный (Утоненные)	28	380	Ge 75 мкм	550 (0,69 кг/м ²)	426
Трехпереходный (Инверторный)	33	450	удаляемая	1000 (0,45 кг/м ²)	690

Примечание: СИС – солнечный элемент, снабженный выводами и покрытый стеклянным покрытием (толщина данного стеклянного покрытия лежит в пределах 100–200 мкм), дополнительно следует отметить, что удельный вес кабельной сети, развязывающих диодов и т. д. в сегодняшних конструкциях составляет 200 г/м² и может быть снижен примерно вдвое.

В России за последние шесть лет (начиная с 2014 г.) создан рынок сетевых ФЭС. В 2019 г. работали 63 станции общей установленной мощностью 1394,475 МВт. В нашей стране имеется три основных компании, владеющие СЭС: ГК «Хевел» с частным российским капиталом, ПАО «Т-Плюс», также с частным российским капиталом, и ООО «Солар Системс» с китайским капиталом. Две из них в своем составе имеют бывшие советские заводы, но при этом все три не имеют на данный момент полного производственного цикла. Значительная часть технологических операций выполняется в Китае [6].

В основном применяются ФЭП на основе кремния, а ФЭП на основе арсенид-галлия не получили распространения по стоимостным показателям. Фактические экономические показатели работающих сетевых ФЭС показывают простую окупаемость от двух лет, что при существующем субсидировании обеспечивает быстрые темпы их развития.

Область применения

Фотоэнергетика является хорошим альтернативным вариантом генерации энергии в некоторых регионах различных стран, в связи с необходимостью рационально использовать топливо, уменьшать загрязнение окружающей среды и стоимость электроэнергии. Так, например, в Астраханском регионе показатели солнечной радиации позволяют использовать фотоэнергоустановки в течение 9 месяцев. Для региона это одно из направлений, которое позволит вносить дополнительные доходы в бюджет г. Астрахани [6].

Также фотоэнергетику можно использовать и в быту. Солнечные батареи обладают жизненным сроком в 25–50 лет и не нуждаются в специальном уходе. Замена вышедших из строя аккумуляторов может быть легко произведена самостоятельно один раз в 3–5 лет. Разные по мощности и объему системы могут выступать в качестве основного или дополнительного источников электроэнергии квартиры, дома, дачи.

Солнечная энергия также нашла свое применение в системах наружного освещения, в системах нагрева, в мелких приборах, таких как калькуляторы, мобильные телефоны и тому подобное. В системах освещения, например, это уличные фонари и уличные светильники, садовые светильники и системы аварийного освещения, системы автономного и архитектурного освещения [6].

Заключение

Фотоэнергетика – отличный выбор в качестве альтернативного источника энергии, а также возможно и основного источника для некоторых регионов страны даже несмотря на дорогостоящую аппаратуру. Ряд плюсов данной сферы достаточно велик, а в ее использовании заинтересованы не только многие государства, но и некоторые предприниматели, а также и частные лица. Также стоит учитывать нынешнюю тенденцию современных технологий, а именно стремление обеспечить безопасность и минимальный вред для окружающей среды от различных предприятий и производственных объектов, в частности, предприятий фотоэнергетики, то в данном случае именно СЭС вполне удовлетворяют требованиям по экологичности и сохранности природы, по сравнению со своими традиционными конкурентами по выработки электроэнергии.

Библиографический список

1. Солнечная энергия: неисчерпаемый источник энергии. URL: <http://www.solarschools.ru/fotovoltaika> (дата обращения: 22.03.2021).
2. Шуткин О. Опыт участия в конкурсных отборах проектов возобновляемой энергетики: доклад на междунар. форуме REENFOR-2014. М., 2014.
3. Достоинства и недостатки СЭС. URL: http://www.gigavat.com/ses_dostoinstva.php (дата обращения: 25.03.2021).
4. Солнечная энергетика. Плюсы и минусы. URL: <https://ibp-ural.ru/solnechnaya-energetika-плюсы-и-минусы> (дата обращения: 25.03.2021).
5. Оршанский И. С. Фотоэнергетика: Достоинства. Недостатки. Направления развития. 2013. № 5. С. 25–37.
6. Пятибратова Л. Н. Современные энергетические технологии: учеб.-метод. пособие для практических занятий / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова. Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017. 72 с.

УДК 004

И. Н. Лебедев

студент кафедры технологий защиты информации

С. Г. Фомичева – профессор, кандидат технических наук – научный руководитель**ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАНИЯ DEEPFAKE ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ**

В настоящее время актуальной становится проблема несанкционированного модифицирования мультимедиа информации. В частности, сегодня нередкими становятся случаи искажения публичной видеoinформации в целях компрометации политических деятелей и иных медийных личностей. При реализации несанкционированных искажений злоумышленники, как правило, используют технологию DeepFake [1], которая базируется на методиках синтеза изображения с использованием искусственного интеллекта. Технология DeepFake используется для соединения и наложения инородных изображений и видео на исходные изображения или видеоролики. Изначально данная технология использовалась для создания фильмов [2].

В подавляющем большинстве случаев для создания таких видео используют генеративно-состязательные нейросети. Одна часть нейросетевого алгоритма учится на реальных фотографиях определенного объекта и создает изображение, буквально «состязаясь» со второй частью алгоритма с инородными вставками, пока та не начнет путать копии с оригиналом.

Подчеркнем еще раз наиболее опасные социальные проблемы, связанные с DeepFake технологией:

- случаи дискредитации известных людей;
 - оружие против отдельных деятелей и целых партий,
 - возможность опорочить любого человека в корыстных целях.
- Опасность данной технологии ограничивается фантазией злоумышленника.

Попытки решения проблемы

Американские исследователи Yuezun Li, Ming-Ching Chan и Siwei Lyu [3] разработали алгоритм на базе рекуррентных нейронных сетей, который распознает DeepFake-фрагменты по частоте морганий лиц на видеокадрах, что частично решает рассматриваемую проблему. Принцип данного алгоритма заключается в следующем. Видео разбивается на фреймы. Сначала алгоритм ищет лицо на изображении. После этого алгоритм находит важные части лица (нос, рот и глаза). Особое внимание заостряется на глазах. Алгоритм пытается классифицировать тип глаз и цвет. После получения вводных данных каждый фрейм изучает долгосрочные рекуррентные нейронные сети. В процессе используются долговременная и краткосрочная память [3].

Очевидно, что если видеопоток содержит недостаточно фрагментов с лицами или качество изображения неудовлетворительное, то представленный аграрием неприменим. Автором данной статьи предлагается использовать следующие подходы для выявления DeepFake-фрагментов.

Предложенные методы решения проблемы

Для решения данной проблемы в предлагаемом алгоритме используются две составляющие: сверточная нейронная сеть, которая анализирует кадры видеоматериала в разном качестве и отыскивает на этих кадрах «артефакты» изменения качества кадров (изменение энтропии шум/звукоряд);

доказательная база данных, которая хранит рекурсивно сжатые видеоматериалы со встроенными цифровыми подписями (вотермарками) как значимых фрагментов, так и полного видеоматериала.

Предлагаемый алгоритм включает следующие основные шаги:

производится превентивный поиск подобных роликов в открытых источниках (по одежде, фону и т. п.);

при не нахождении подобного видео оно считается оригинальным и на него значимые фрагменты накладываются вотермарка и весь видеоряд скрепляется цифровой подписью;

если подобный ролик был найден, проводится дополнительная «экспертиза»;

если подставляется уже использованный звукоряд, производится семантический поиск по словам;

если звук записывался самостоятельно, алгоритм ищет похожие по визуальной составляющей видеоматериалы и проверяет изменение энтропии комплексного сигнала шум/звукоряд.

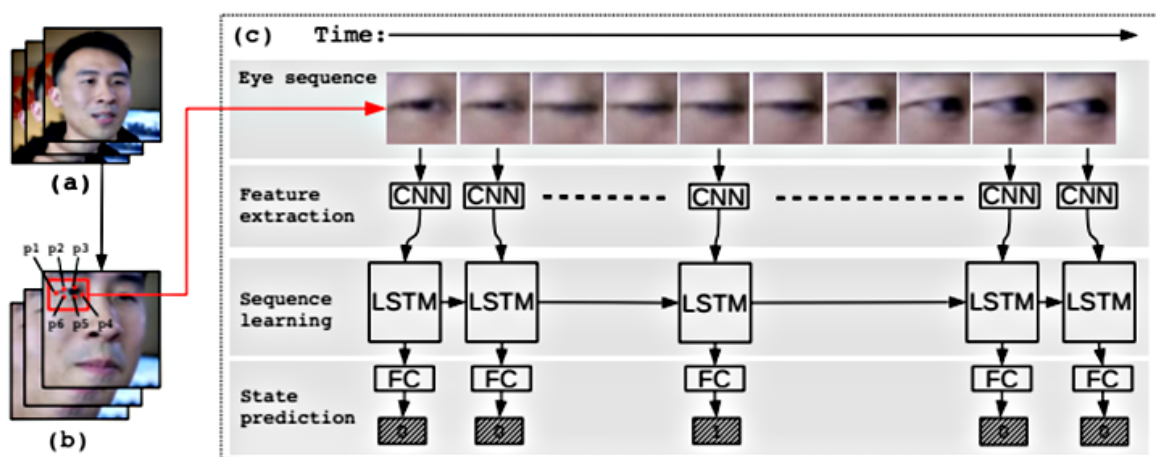


Рис. 1. Схематичная работа искусственного интеллекта

Предлагаемый подход расширяет признаковое пространство при выявлении DeepFake-вставок, тем самым давая возможность использовать для выявления аномальных вставок большую площадь видеокadra, а также синхронизированные с видео звуковые данные. Следует отметить, что на текущий момент предлагаемый подход обладает недостатками, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Достоинства и недостатки предлагаемых подходов

<i>Недостатки</i>	<i>Достоинства</i>
Алгоритм работает только в офлайн режиме	Алгоритм способен распознать DeepFake как с несанкционированной модификацией лица, так и изменением звукоряда
Для алгоритма необходима доказательная база данных с защищенным доступом	Алгоритм использует схемы на базе сверточных нейронных сетей, используя сверки, реагирующие на изменение энтропии видеосигнала на границах DeepFake-вставок
Для полноценной работы требуется предобработка видеоряда	Тяжело вызвать DeepFake нейронной сети

Тем не менее ответственные средства массовой информации и интернет-провайдеры могут с помощью предлагаемого подхода обезопасить публикацию собственных особо важных видеоресурсов в открытых источниках.

Библиографический список

1. «Библиотека программиста». DeepFake-туториал: создаем собственный дипфейк в DeepFaceLab. URL: <https://proglib.io/p/deepfake-tutorial-sozdaem-sobstvennyy-dipfeyk-v-deepfacelab-2019-11-16> (дата обращения: 25.09.2020).
2. Горшков А. Дипфейки в рекламе и кино: как использовать технологию во благо. URL: <https://rb.ru/opinion/deepfake-for-good/> (дата обращения: 25.09.2020).
3. Li Y. Exposing AI Generated Fake Face Videos by Detecting Eye Blinking. URL: <https://arxiv.org/pdf/1806.02877.pdf> (дата обращения: 28.09.2020).

УДК 681.52

Д. Г. Левченко

студент кафедры электромеханики и робототехники

С. А. Сериков – доктор технических наук, доцент – научный руководитель

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

Обучение с подкреплением (reinforcement learning, RL) является разделом машинного обучения, активно развивающимся направлением в искусственном интеллекте. Несмотря на то, что формально обучение с подкреплением относится к разделу приобретения знаний, оно кардинально отличается от таких методов, как обучение с учителем или без учителя. В первую очередь здесь явно выделен субъект приобретения знаний (агент), который принимает решения и некоторым образом влияет на источник анализируемых данных (среду).

Технология машинного обучения на основе анализа данных берет начало в 1950 г., когда начали разрабатывать первые программы для игры в шашки. За прошедшие десятилетия общий принцип не изменился. Зато благодаря взрывному росту вычислительных мощностей компьютеров многократно усложнились закономерности и прогнозы, создаваемые ими, и расширился круг проблем и задач, решаемых с использованием машинного обучения.

Одна из наиболее серьезных проблем, возникающих в обучении с подкреплением и отсутствующих в других видах обучения, – это проблема поиска компромисса между изучением и применением. Чтобы получить большее вознаграждение, агент, обучающийся с подкреплением, должен предпочитать действия, которые он уже проверил в прошлой своей деятельности и обнаружил, что они эффективны с точки зрения получения поощрения [1].

Машинное обучение в робототехнике

Первая цель робота в обучении с подкреплением – минимизировать ошибки. Машина учится анализировать информацию перед каждым следующим ходом. Например, беспилотный автомобиль во время обучения учится вовремя реагировать на сигнал светофора, остановиться перед пешеходом на переходе, пропустить быстро движущийся автомобиль или спецтранспорт справа. Чтобы достичь лучшего результата, машина обучается в виртуальной модели города со случайными пешеходами и другими участниками дорожного движения.

Вторая цель робота в Reinforcement learning – получить от выполнения задания максимальную выгоду. Сама выгода при этом должна быть запрограммирована заранее: максимально быстрое время прохождения маршрута, оптимальное расходование ресурсов предприятия, обслуживание как можно большего количества посетителей.

Методы машинного обучения

Контролируемое обучение

Алгоритмы контролируемого обучения изучаются с использованием маркированных примеров, таких как ввод, в котором известен желаемый результат. Например, единица оборудования может иметь точки данных, помеченные как «F» (ошибка) или «R» (работа). Алгоритм обучения получает набор входных данных вместе с соответствующими правильными выходными данными, а алгоритм обучается путем сравнения своих фактических выходных данных с правильными выходными данными, чтобы найти ошибки. Затем он соответствующим образом модифицирует модель. С помощью таких методов, как классификация, регрессия, прогнозирование и повышение градиента, контролируемое обучение использует шаблоны для прогнозирования значений метки на дополнительных немаркированных данных. Контролируемое обучение обычно используется в приложениях, где исторические данные предсказывают вероятные будущие события. Например, он может предвидеть, когда транзакции по кредитным картам могут быть мошенническими или какой клиент страхования может подать иск.

Чтобы решить данную проблему контролируемого обучения, необходимо выполнить следующие шаги:

1) определите тип обучающих примеров. Прежде чем делать что-либо еще, пользователь должен решить, какие данные будут использоваться в качестве обучающего набора. В случае анализа почерка, например, это может быть один рукописный символ, целое рукописное слово или целая строка почерка;

2) соберите тренировочный набор. Обучающий набор должен отражать реальное использование функции. Таким образом, собирается набор входных объектов и соответствующие выходные данные, полученные либо от экспертов-людей, либо на основе измерений;

3) определите входное представление функции изученной функции. Точность изученной функции сильно зависит от того, как представлен входной объект. Как правило, он преобразуется в вектор признаков, который содержит ряд функций, описывающих объект. Количество функций не должно быть слишком большим из-за проклятия размерности; но должен содержать достаточно информации, чтобы точно предсказать результат;

4) определите структуру изученной функции и соответствующий алгоритм обучения. Например, инженер может выбрать использование опорных векторных машин или деревьев решений;

5) завершите дизайн. Запустите алгоритм обучения на собранной обучающей выборке. Некоторые алгоритмы контролируемого обучения требуют от пользователя определения определенных параметров управления. Эти параметры могут быть скорректированы путем оптимизации производительности на подмножестве (называемом набором проверки) обучающего набора или посредством перекрестной проверки;

6) оцените точность усвоенной функции. После настройки параметров и обучения производительность результирующей функции должна быть измерена на тестовом наборе, отдельном от обучающего набора.

Полуконтролируемое обучение используется для тех же приложений, что и контролируемое. Но для обучения оно использует как помеченные, так и непомеченные данные, как правило, это небольшой объем помеченных данных с большим количеством немеченых данных (поскольку последние дешевле и требуют меньше усилий для их получения). Этот тип обучения может использоваться с такими методами, как классификация, регрессия и прогнозирование. Полуконтролируемое обучение полезно, когда стоимость, связанная с маркировкой, слишком высока, чтобы учесть полностью помеченный процесс обучения. Ранние примеры этого включают идентификацию лица человека по веб-камере.

Неконтролируемое обучение (UL) – это тип алгоритма, который изучает шаблоны из немаркированных данных. Есть надежда, что с помощью мимикрии машина будет вынуждена построить компактное внутреннее представление своего мира. В отличие от контролируемого обучения (SL), где данные маркируются человеком, например, как «машина» или «рыба» и т. д., UL демонстрирует самоорганизацию, которая фиксирует паттерны как нейронные предвыборки или плотности вероятности. Другими уровнями в спектре супервизии являются обучение с подкреплением, когда машине дается только числовая оценка производительности в качестве руководства, и полу-контролируемое обучение, когда помечена меньшая часть данных. Два основных метода в UL – это нейронные сети и вероятностные методы.

Два основных метода, используемых в обучении без учителя, – это анализ главных компонентов и кластерный анализ. Кластерный анализ используется в обучении без учителя для группировки или сегментирования наборов данных с общими атрибутами для экстраполяции алгоритмических отношений. Кластерный анализ – это ветвь машинного обучения, которая группирует данные, которые не были помечены, классифицированы или категоризированы. Вместо того, чтобы реагировать на обратную связь, кластерный анализ выявляет общие черты в данных и реагирует на их наличие или отсутствие в каждой новой части данных. Этот подход помогает обнаруживать аномальные точки данных, которые не попадают ни в одну из групп.

Единственное требование, которое следует называть стратегией обучения без учителя, – это изучить новое пространство признаков, фиксирующее характеристики исходного пространства, максимизируя некоторую целевую функцию или минимизируя некоторую функцию потерь. Следовательно, создание ковариационной матрицы не является обучением без учителя, но взятие собственных векторов ковариационной матрицы происходит потому, что операция разложения собственных

значений линейной алгебры максимизирует дисперсию; это известно как анализ главных компонент. Выполнение логарифмического преобразования набора данных не является неконтролируемым обучением, но передача входных данных через несколько сигмоидальных функций при минимизации некоторой функции расстояния между сгенерированными и результирующими данными известна как автоэнкодер.

Центральное применение обучения без учителя – это оценка плотности в статистике, хотя обучение без учителя охватывает многие другие области, включая обобщение и объяснение характеристик данных. Это можно было бы противопоставить обучению с учителем, сказав, что в то время как обучение с учителем намеревается вывести условное распределение вероятностей, обусловленное меткой входных данных; обучение без учителя предполагает получение априорного распределения вероятностей.

Подходы

Некоторые из наиболее распространенных алгоритмов, используемых в обучении без учителя, включают: (1) кластеризацию, (2) обнаружение аномалий, (3) нейронные сети и (4) подходы к изучению моделей со скрытыми переменными. Каждый подход использует несколько следующих методов:

1. Кластеризация метода включает в себя: иерархическую кластеризацию, K-средства, модель смеси, DBSCAN и ОПТИКС алгоритм.

2. Методы обнаружения аномалий включают: локальный фактор выброса и лес изоляции.

3. Подходы к обучению латентной переменной модели, таким как алгоритм Expectation-максимизации (EM), метод моментов и слепое разделение сигналов метода (главный компонент анализ, анализ независимого компонент, неотрицательная матрица разложение, сингулярное разложение) [2].

Усиленное обучение часто используется для робототехники, игр и навигации. Благодаря обучению с подкреплением алгоритм с помощью проб и ошибок обнаруживает, какие действия приносят наибольшее вознаграждение. Этот тип обучения состоит из трех основных компонентов: агента (учащийся или лицо, принимающее решения), среды (все, с чем взаимодействует агент) и действий (что может делать агент). Цель состоит в том, чтобы агент выбирал действия, которые максимизируют ожидаемое вознаграждение в течение заданного периода времени. Агент достигнет цели намного быстрее, следуя хорошей политике. Таким образом, цель усиленного обучения состоит в том, чтобы изучить лучшую политику.

Использование в реальной жизни

Диагностика заболеваний

Пациенты в данном случае являются объектами, а признаками – все наблюдающиеся у них симптомы, анамнез, результаты анализов, уже предпринятые лечебные меры (фактически вся история болезни, формализованная и разбитая на отдельные критерии). Некоторые признаки – пол, наличие или отсутствие головной боли, кашля, сыпи и иные – рассматриваются как бинарные. Оценка тяжести состояния (крайне тяжелое, средней тяжести и др.) является порядковым признаком, а многие другие – количественными: объем лекарственного препарата, уровень гемоглобина в крови, показатели артериального давления и пульса, возраст, вес. Собрав информацию о состоянии пациента, содержащую много таких признаков, можно загрузить ее в компьютер и с помощью программы, способной к машинному обучению, решить следующие задачи:

провести дифференциальную диагностику (определение вида заболевания);

выбрать наиболее оптимальную стратегию лечения;

спрогнозировать развитие болезни, ее длительность и исход;

просчитать риск возможных осложнений;

выявить синдромы – наборы симптомов, сопутствующие данному заболеванию или нарушению.

Ни один врач не способен обработать весь массив информации по каждому пациенту мгновенно, обобщить большое количество других подобных историй болезни и сразу же выдать четкий результат. Поэтому машинное обучение становится для врачей незаменимым помощником.

Поиск мест залегания полезных ископаемых

В роли признаков здесь выступают сведения, добытые при помощи геологической разведки: наличие на территории местности каких-либо пород (и это будет признаком бинарного типа), их физические и химические свойства (которые раскладываются на ряд количественных и качественных признаков).

Для обучающей выборки берутся 2 вида прецедентов: районы, где точно присутствуют месторождения полезных ископаемых, и районы с похожими характеристиками, где эти ископаемые не были обнаружены. Но добыча редких полезных ископаемых имеет свою специфику: во многих случаях количество признаков значительно превышает число объектов, и методы традиционной статистики плохо подходят для таких ситуаций. Поэтому при машинном обучении акцент делается на обнаружение закономерностей в уже собранном массиве данных. Для этого определяются небольшие и наиболее информативные совокупности признаков, которые максимально показательны для ответа на вопрос исследования – есть в указанной местности то или иное ископаемое или нет. Можно провести аналогию с медициной: у месторождений тоже можно выявить свои синдромы. Ценность применения машинного обучения в этой области заключается в том, что полученные результаты не только носят практический характер, но и представляют серьезный научный интерес для геологов и геофизиков.

Оценка надежности и платежеспособности кандидатов на получение кредитов

С этой задачей ежедневно сталкиваются все банки, занимающиеся выдачей кредитов. Необходимость в автоматизации этого процесса назрела давно, еще в 1960–1970-е гг., когда в США и других странах начался бум кредитных карт.

Лица, запрашивающие у банка заем, – это объекты, а вот признаки будут отличаться в зависимости от того, физическое это лицо или юридическое. Признаковое описание частного лица, претендующего на кредит, формируется на основе данных анкеты, которую оно заполняет. Затем анкета дополняется некоторыми другими сведениями о потенциальном клиенте, которые банк получает по своим каналам. Часть из них относятся к бинарным признакам (пол, наличие телефонного номера), другие – к порядковым (образование, должность), большинство же являются количественными (величина займа, общая сумма задолженностей по другим банкам, возраст, количество членов семьи, доход, трудовой стаж) или номинальными (имя, название фирмы-работодателя, профессия, адрес).

Для машинного обучения составляется выборка, в которую входят кредитополучатели, чья кредитная история известна. Все заемщики делятся на классы, в простейшем случае их 2 – «хорошие» заемщики и «плохие», и положительное решение о выдаче кредита принимается только в пользу первых.

Более сложный алгоритм машинного обучения, называемый кредитным скорингом, предусматривает начисление каждому заемщику условных баллов за каждый признак, и решение о предоставлении кредита будет зависеть от суммы набранных баллов. Во время машинного обучения системы кредитного скоринга вначале назначают некоторое количество баллов каждому признаку, а затем определяют условия выдачи займа (срок, процентную ставку и остальные параметры, которые отражаются в кредитном договоре). Но существует также и другой алгоритм обучения системы – на основе прецедентов.

Трейдинговый бот и обучением с подкреплением

Автоматическая программа, генерирующая постоянную прибыль – просто мечта каждого практикующего игрока биржевого рынка. В работе *Financial Trading as a Game: A Deep Reinforcement Learning Approach* предложили модель Марковского процесса принятия решений (MDP), подходящую для задачи финансовой торговли, с современным алгоритмом с глубокой рекуррентной Q-сетью (DRQN).

	Num Trades	Win Rate	Avg Profit	Avg Loss	Expect	Freq
GBPUSD	33133	57.2%	70.25	-87.33	2.83	4.22
EURUSD	31215	57.2%	60.67	-77.12	1.76	4.48
AUDUSD	31263	57.2%	54.52	-66.6	2.74	4.47
NZDUSD	32382	59.6%	52.17	-69.34	3.06	4.32
USDCAD	26636	57.7%	63.46	-80.16	2.71	5.25
EURGBP	32032	61.2%	37.76	-54.58	1.93	4.36
AUDNZD	38173	63.2%	49.93	-67.18	6.83	3.66
CADJPY	26332	59.6%	6410.1	-8612.01	340.1	5.31
AUDJPY	26638	60.7%	7092.02	-9883.08	428.92	5.25
CHFJPY	32089	61.5%	7287.77	-9294.91	898.92	4.36
EURJPY	30509	61.5%	7483.41	-10801.23	445.0	4.58
GBPJPY	31204	60.8%	10791.52	-14503.05	864.67	4.48

Рис. 1. Статистика торгов с применением алгоритмов

Создатели обучили алгоритм торговле валютными парами и получили положительную статистику торгов [3].

Библиографический список

1. *Саммон Р. С., Барто Э. Г.* Обучение с подкреплением. 2-е изд. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2011. 399 с.
2. *Bousquet O., von Luxbur U., Rätsch G.* Advanced lectures on machine learning. URL: https://archive.org/details/springer_10.1007-b100712/page/n4/mode/1up (дата обращения: 07.02.2021).
3. *Huang C.* Financial Trading as a Game: A Deep Reinforcement Learning Approach URL: <https://arxiv.org/abs/1807.02787> (дата обращения: 07.02.2021).

УДК 007.52

Ю. П. Кузьменко, А. А. Лужецкий

студенты кафедры электромеханики и робототехники

Е. С. Квас, В. П. Кузьменко – ассистенты**С. А. Сериков** – доктор технических наук, профессор – научный руководитель

ПРОБЛЕМЫ АНТРОПОМОРФНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Введение

Антропоморфная робототехника – это система реализации проектов с целью имитации структуры и функциональности человеческого тела [1]. Развитие этого вида робототехники не является приоритетной задачей в сфере науки и промышленности, но на протяжении истории вызывает интерес у всех инженеров разных специальностей, а также и у обычного населения. Связывается это с желанием человека создать что-либо себе подобное, а также возможностью использовать таких роботов.

В тех сферах жизни, где нахождение человека необходимо, но при этом опасно для жизни (использование роботов как аватаров).



Рис. 1. Пример антропоморфного робота

Но наука и производство на сегодняшний день не может создать робота, чтобы характеристики были схожи с человеческими. Многофункциональность – эта характеристика до сих пор не была достигнута, по крайней мере наравне с человеком, так как развитие антропоморфной робототехники останавливается из-за ряда серьезных проблем, которые на данный момент не решены.

1. Энергоемкость источников питания
2. Реализация «человеческого» движения с помощью приводов
3. Удержание равновесия при активном движении и взаимодействии
4. Взаимодействие с миром
5. Человеческий фактор

Каждый вопрос вызывает особые трудности в создании роботов и добиться полного решения проблем, связанных с каждым пунктом, еще не удалось производству и науке.

Источники питания антропоморфных роботов

Антропоморфные роботы – это мобильные, автономные системы, которые питаются от внутренних источников энергии [2]. В основном в качестве источника энергии выступает аккумулятор, в более редких случаях – сжатый газ, пружина. Через некоторое время работы систем робота требуется его дозарядить, для этого используют стационарные источники подзарядки – станции, а также систему самоподзарядки – солнечные батареи.

Количество совершаемых движений роботом зависит от аккумулятора, его емкости. Емкость аккумулятора – это конечная величина, она зависит от химического состава и объема. Самый емкий аккумулятор на сегодняшний день получается из литий-серного химического состава (250–500 Вт/ч/кг), но

даже этого недостаточно для роботов большой мощности (от 1 кВт). Нельзя носить с собой большую массу из чистой энергии, ведь чем больше масса – тем больше энергии требуется для движений. Также это увеличивает сильно объем устройства, ведь требуется крепить источник энергии внутри корпуса для защиты от внешнего воздействия, что нельзя делать до бесконечности из-за ограниченных размеров робота. Так, при использовании робота Atlas от Boston Dynamics при активной работе, емкости аккумулятора хватает лишь на 20–30 минут, что является недостаточным для автономного устройства.

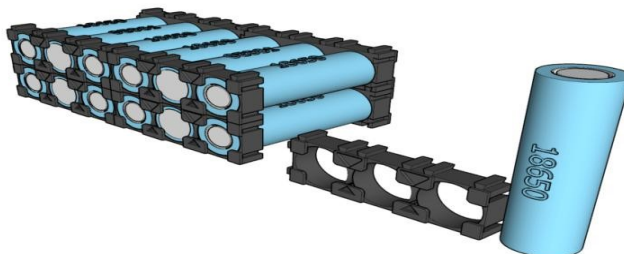


Рис. 2. Внешний вид элементов аккумулятора в виде банок 18650

Реализация человеческого движения с помощью приводов

У человеческого организма порядка 640 мышц, каждая мышца приводит к определенному движению в определенном направлении. Создать систему приводов, аналогичную человеческой, нерационально с точки зрения экономической (такое количество независимых устройств требует большого объема закупки оборудования и увеличение сложности ПО) и физической (некоторые мышцы не требуются для искусственного устройства: мышцы дыхания, слуховых косточек, половых органов и т. д.), а также реализация всего этого в одном экземпляре (каждый робот будет слишком дорого стоить для потребителя) с помощью имеющихся приводов на сегодняшний день практически невозможно.



Рис. 3. Рука с использованием пневмомышц

Для имитации человеческих мышц используют пневмомышцы (ПМ). Они весьма сильно схожи с человеческими, как и биологические мышцы, пневмомышцы сокращаются при подаче сигнала. ПМ обычно используют парами: один сгибатель и один разгибатель (как и человеческие). Но использование такого устройства требует пневматических средств управления и пневматической энергии (сжатого воздуха). Среди видов пневмоприводов также есть пневмозахват, который способен захватывать объекты с любой внешней поверхностью.



Рис. 4. Схват пневматический

Этот захват не похож на человеческий (кисть), он не обладает ярко выраженными захватывающими элементами (пальцами), но при этом очень сильно упрощает взаимодействие с окружающими объектами, ведь кисть у робота должна обладать чувствительными датчиками на «пальцах чтобы чувствовать захватывающий объект и ощущать силу, требуемую для захвата объекта, чтобы с ним взаимодействовать, при этом не повредив.

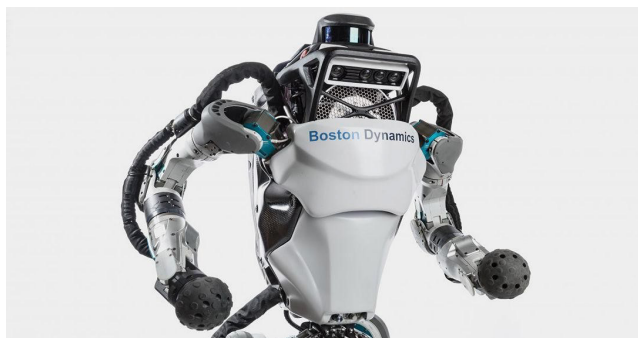


Рис. 5. На роботе Atlas используется пневмозахват

Но данный захват ограничен в использовании антропоморфных роботов, ведь при увеличении «человечности» робота, прибегают к использованию только кисти с механическим захватом с помощью пальцев.

В качестве электрических видов приводов в антропоморфных роботах используют шаговые двигатели. В местах соединения конечностей к телу, использование того привода полностью оправдано, ведь в основе требуется лишь вращательное движение, но при работе сгибания и разгибания, такие приводы не рациональны к использованию и применяются другие виды приводов, поскольку для электроприводов требуется увеличить объем мест, где они находятся, ведь занимают большое пространство и сильно выделяются на фоне тела робота (при использовании мощных приводов).



Рис. 6. Бакстер – робот, собранный лишь с использованием электроприводов

Можно обобщить, что для создания антропоморфных роботов, которые будут максимально походить на человека, требуется взаимодействие разных видов приводов, что усложняет их производство и управление, но приводит к движению, максимально схожему с человеческим.

Равновесия

Эта тема актуальна для всех роботов, которые передвигаются самостоятельно.

С помощью конечностей

Человеческий организм с самого детства привыкает к удерживанию равновесия, используя ощущения в пятках ноги, ориентацию в пространстве, вестибулярный аппарат, при этом в случае потери ориентации человек прибегает к резким движением ногам и рук, тела, чтобы не упасть или упасть, но с меньшими последствиями.

Для робота требуется научиться использовать свои конечности не только, чтобы взаимодействовать с окружающими объектами, но и чтобы удерживать равновесие. Для этого требуется усложнять ПО, которое должно учитывать движение рук, ног и изменение центра тяжести при перемещении.



Рис. 7. Робот в сложной ситуации удерживает равновесие

Увеличение вычислительной мощности увеличивает затраты энергии при работе устройства. Требуется создать систему как у человека, которое работает за счет создание автоматических действий на изменение равновесия, нейросеть, которая научится не тратить энергию на постоянные вычисления, а запоминать отработанные ситуации.

Взаимодействие с миром

Первостепенная задача автономного робота – это умение взаимодействовать с окружающими объектами [3]. Робот должен определять окружающие объекты, пространство, используя для этого не только датчики, от которых он будет получать информацию, но и сложное ПО, которое сможет определить из этой информации не только свое нахождение в пространстве, но и окружающие его объекты.

В связи с этим потребуются большие вычислительные мощности контроллера робота, на данный момент робот не способен видеть дальше 2 м. При выходе на дорогу, скорее всего, робот может быть легко сбит машиной или даже человеком на тротуаре, поскольку использует только свои внешние сенсоры.

Также стоит сказать о том, что если робот сможет передвигаться и осознавать себя в пространстве, то взаимодействие с человеком и животными, совсем другая проблема. Если поддержание разговора с человеком цель достигнутая, то вот взаимодействие посредством касания все еще может быть опасным.

Многие компании просто «запрещают» роботу дотрагиваться до человека или проводить с ним более сложные движения, но это не то, что ожидают люди от антропоморфных роботов.

Для работы робота во внешнем мире требуется нейросеть, которая будет моделировать разум человека, учиться существовать в этом мире, чтобы создать автоматические действия на разные раздражители, при этом быть способным полностью контролировать поведение робота, чтобы не дать навредить живому существу.

Человеческий фактор

Так как за развитие роботов отвечают в основном коммерческие компании, то мнение людей и покупателей будет прямо влиять на развитие их производства. Если отбросить страх людей, что роботы поработят мир, то внешний вид роботов и их поведение, сильно определяют мнение людей о конечном продукте.

Но если антропоморфный робот будет использоваться среди людей и основная их деятельность направлена на взаимодействие с ними, то проблема движения, мимики станет основной. Человек обладает страхом и ужасом к людям с дефектами тела, которые отличаются от среднестатистического в народе. Так, роботы, у которых движение будет не похоже на человеческое, будут отторгаться обществом.

Элементы человеческой внешности, то есть кожа, глаза, волосы, не являются необходимыми для робота, они – не более чем украшение для повышения привлекательности механизма. Большинство антропоморфных роботов представляют собой голый «скелет» (см. случаи российского Федора, Atlas от Boston Dynamics, Honda Asimo). Каркасная конструкция без кожи упрощает доступ к компонентам, облегчает разработку благодаря отказу от лицевой мимики и избавляет робота от потенциальной проблемы «зловещей долины».

Этим термином обозначается эффект, при котором объекты, выглядящие и действующие как люди, вызывают у наблюдателей отвращение – так как недостаточно на них похожи. Название эффекта произошло от провала на графике, представленном в исследовании японского ученого Масахиро Мори. Тот в 1978 г. провел опрос, показавший, что в определенный момент похожесть робота на человека уже не привлекает, а отталкивает. Общепринятого объяснения этому психологическому механизму до сих пор не существует. Предполагается, что человек неосознанно замечает внешние отклонения других людей от некой привычной нормальной.

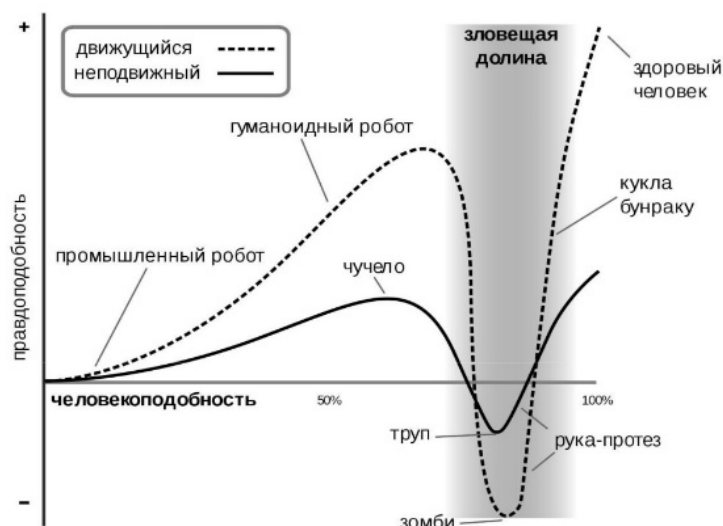


Рис. 8. График из исследования Масахиро Мори, отражающий симпатию человека к рукотворным объектам в зависимости от их похожести на людей

При определенном уровне реалистичности объекта человеческий мозг думает, что перед ним находится живой человек. Но затем мы видим неестественные движения рук, «мертвую» мимику и нечеловеческий голос, из-за чего наступает когнитивный диссонанс, выраженный в испуге и неприязни. Робот создает иллюзию человека, а мы подсознательно перестаем понимать, что находится перед нами, и чувствуем в этом угрозу.

Выводы

Антропоморфные роботы существуют уже давно, и сейчас они как никогда похожи на людей, но из-за ряда существенных проблем, с которыми сталкивается робототехника, использование антропоморфных роботов в современном обществе сомнительно [4]. Функционально любой андроид проигрывает любому специализированному роботу и человеку. Развитие этой отрасли сильно замедляется, ведь технологии XXI в. пока не смогли полностью сделать возможным создание автономного робота, который будет жить в мире человека. Если объединить самые современные компоненты для изготовления антропоморфного робота, то в результате получится не очень ловкое, не очень сообразительное и не очень полезное существо с космической ценой.

Библиографический список

1. Афонин В. Л., Макушин В. А. Интеллектуальные робототехнические системы. М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2005. 208 с.
2. Костров Б. В., Ручкин В. Н., Фулин В. А. Искусственный интеллект и робототехника. М.: Диалог-МИФИ, 2008. 224 с.
3. Андреев К. Современная робототехника: перспективы развития // Компоненты и технологии. 2000. № 5. С. 68–69.
4. Макаров И. М., Топчиев Ю. И. Робототехника: история и перспективы / Рос. акад. наук. 2003. 349 с.

УДК 62-9

С. В. Ляшенко, А. Р. Нигматуллина

студенты кафедры электромеханики и робототехники

И. Н. Железняк – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Возобновляемые источники энергии – это естественные источники энергии, которые существуют в биосфере нашей планеты и пополняются за счет энергии Солнца и естественных процессов. К таким источникам можно отнести: Солнце, ветер, морские и океанские приливы и волны, подземные горячие ключи, гидроэнергетические ресурсы больших и малых рек. Рассмотрим более подробно солнечные станции электрической энергии.

Согласно исследователям из Нидерландов электроэнергия, выработанная солнечными панелями за последние 40 лет, смогла практически нейтрализовать вред от той «загрязняющей» энергии, которую использовали для их производства (например, для питания станков на производстве).

Ученые из Московского физико-технического института совместно с зарубежными коллегами показали, что упорядоченные структуры на основе органических молекул могут стать основой для современных солнечных батарей. Чтобы повысить эффективность органических фотопреобразователей, они добавили к полимеру атомы фтора (рис. 1). Это позволило увеличить КПД с 3,7 до 10,2 % [1].

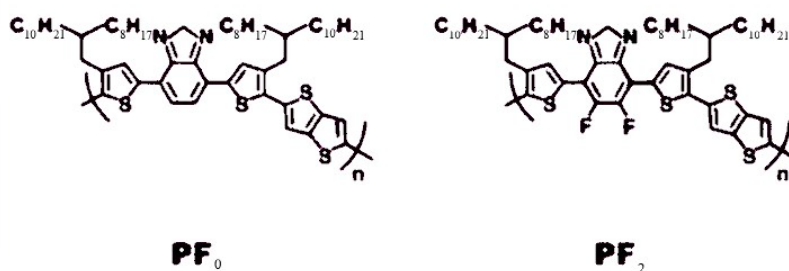


Рис. 1. Слева без фтора, справа с добавлением атомов фтора

Показатели КПД у современных солнечных панелей больше, примерно 20 %, но значительное увеличение эффективности заставляет всерьез относиться к новому материалу: такими темпами он сможет догнать и перегнать сегодняшних фаворитов.

К тому же процесс производства имеет меньше стадий по сравнению с традиционными кремниевыми фотопреобразователями, хорошо поглощающее свет вещество можно наносить гораздо более тонким слоем и не на плоскую поверхность как раньше, а, например, на черепичную крышу.

Инженеры Стенворда обнаружили как сделать электрическую проводку поверх солнечных батарей почти невидимой для входящего света. В солнечных панелях верхний контакт сделан из металлической проволочной сетки, несущей электричество к устройству. Но эти провода покрывают от 5 до 10 % верхней поверхности и, также являясь зеркалом, препятствуют попаданию солнечного света на полупроводник [2].

Ученые погрузили кремний и перфорированную золотую пленку вместе в раствор плавиковой кислоты и перекиси водорода. После чего золотая пленка сразу начала погружаться в кремниевую подложку, и кремниевые нанопиллары начали появляться через отверстия в пленке (рис. 2). Когда кремниевые столбы выросли до высоты 330 нанометров, то блестящая золотая поверхность превратилась в темно-красную, что является признаком того, что металл больше не отражал свет.

Нанопиллары, как объясняют специалисты из Стенворда, действуют как воронки, которые захватывают свет и направляют его в кремниевую подложку через отверстия в металлической сетке. Нанопиллярная архитектура будет работать не только с золотом, но и с серебром, платиной, никелем и другими металлами. Эта технология повышает эффективность обычной солнечной панели с 20 до 22 %.

Инженеры из Мичиганского университета сделали новое поколение прозрачных солнечных элементов (рис. 3), которые могут поглощать ультрафиолетовое и инфракрасное излучение и преобразовывать его в электричество, с помощью тонких полосок фотогальванических солнечных элементов [3].

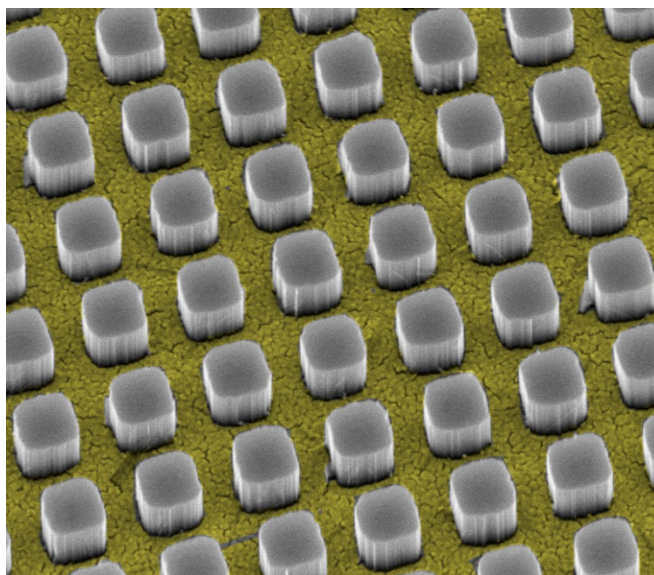


Рис. 2. Нанопиллары при увеличении



Рис. 3. Прозрачный фотоэлемент

Разработка позволяет превратить в солнечный фотоэлектрический элемент любой объект – от окон домов до экранов смартфонов. Пока новая технология работает с КПД 5 %, но разработчики говорят, что производительность может быть утроена. К примеру, от 5 до 7 млрд квадратных метров стеклянных поверхностей в США может обеспечить 40 % потребностей страны в энергии, а при усовершенствовании технологии – 100 %.

Команда ученых из Национальной лаборатории по изучению возобновляемой энергии в США создали солнечные панели, которые при естественной освещенности Солнцем показывали КПД 39,2 %, а под сконцентрированными солнечными лучами, когда освещенность превышает естественную в 143 раза, показывали 47,1 %. Обе величины являются мировым рекордом для солнечных батарей. Новый фотоэлемент состоит из 140 слоев: шесть основных и 134 вспомогательных. При этом батарея втрое тоньше человеческого волоса [4].

Основным недостатком этой солнечной панели является высокая стоимость, так как производство подобных фотоэлементов довольно сложное, но если использовать вогнутые зеркала для фокусировки света, то можно уменьшить площадь (а значит, и стоимость) фотоэлемента в сотни и тысячи раз.

Хорошее применение этой дорогостоящей технологии найдется в космической промышленности, где требования к массе и габаритам полезной нагрузки жесткие, а чтобы обеспечить космические аппараты энергией, приходится делать солнечные панели большой площади из-за их низкого КПД в 20 %.

В космосе пригодится и фотоэлемент (рис. 4), разработанный другой большой международной исследовательской группой, которая опубликовала свои достижения в журнале *Joule*. Устройство содержит два слоя – первый состоит из перовскита и поглощает в основном кванты света, а второй изготовлен из соединения меди, индия, галлия и селена и вырабатывает ток благодаря инфракрасным фотонам. КПД его составляет 24,16 %, но главное достоинство этой солнечного элемента в том, что он невероятно устойчив перед протонным облучением. Это очень важно в космосе, где аппараты постоянно бомбардируются солнечным ветром и космическими лучами. При испытании данного фотоэлемента выяснилось, что после облучения с плотностью два триллиона протонов на квадратный сантиметр при энергии частиц в 68 мегаэлектронвольт батарея сохранила 85 % своей работоспособности. Также новый фотоэлемент тонок (около 4 микрометра), гибок и сравнительно дешев [5].

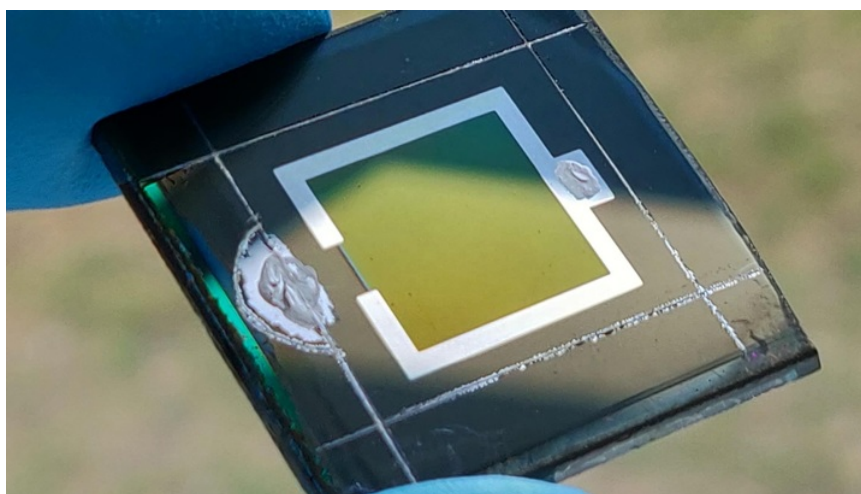


Рис. 4. Устойчивый фотоэлемент к космической радиации

Специалисты из Швейцарского центра электроники и микротехнологий нашли способ создать белые солнечные панели, которые могут украсить собою поверхность любого здания. Ученые использовали технологию для преобразования инфракрасного солнечного света в электроэнергию и специально разработанный фильтр, который рассеивает всю видимую часть спектра, но пропускает инфракрасную. Основой является белая нанопленка, которой можно покрыть и уже существующие черные солнечные батареи. Однако производительность таких фотоэлементов около 10 %. Но данная технология позволяет создание модулей любого цвета (рис. 5) и оборудовать их в тех местах, где их использование было вовсе недопустимо по эстетическим соображениям [6].



*Рис. 5 Презентация новых модулей
в Швейцарском центре электроники и микротехнологий*

Другая разработка команды ученых из университета Монаша в Австралии одновременно выполняет функции оконного стекла и солнечной батареи. Фотоэлементы используют минерал перов-

скит и новый органический полупроводник. Солнечная панель может пропускать от 10 до 30 % падающего на нее света (рис. 6). КПД составляет 17 % при прозрачности 10 %. В солнечный день такие окна будут генерировать до 140 ватт энергии на квадратный метр, а стоить они будут ненамного дороже современных солнечных панелей [7].

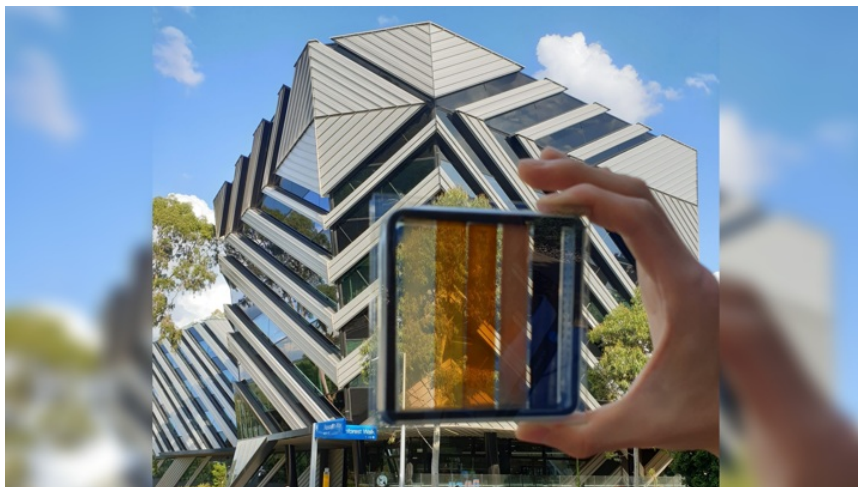


Рис. 6. Новый фотоэлемент по прозрачности не уступает широко применяемым видам оконных стекол

Возможно, наш мир изменится в лучшую сторону по части энергетики, так как этой сфере сейчас уделяется большое внимание. Таким образом, прогресс не стоит на месте и в экологических способах получения энергии тоже есть свои новшества, за которыми наше будущее.

Библиографический список

1. *Иванов Д. А.* Торцевая ориентация фторированных полимеров, транспортируемых длинными алкильными цепями: предпосылка для высоких фотоэлектрических характеристик. URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/ta/c8ta04127j#!divAbstract> (дата обращения: 04.12.2020).
2. *Нарасимхан В. К.* Гибридная металл-полупроводниковая наноструктура для сверхвысокого оптического поглощения и низкого электрического сопротивления на оптоэлектронных интерфейсах. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.5b04034> (дата обращения: 04.12.2020).
3. *Илюхин О.* Прозрачные солнечные панели позволят отказаться от углеводородного топлива. URL: <https://www.vesti.ru/hitech/article/687476> (дата обращения: 04.12.2020).
4. *Райан М.* Франс Солнечные элементы с шестью переходами III-V с эффективностью преобразования 47,1 % при концентрации 143 Солнца. URL: <https://www.nature.com/articles/s41560-020-0598-5> (дата обращения: 04.12.2020).
5. *Ланг Ф.* Протонная радиационная твердость перовскитной тандемной Фотоэлектрики. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435120300982#!> (дата обращения: 04.12.2020).
6. *Паймакова М.* Швейцарская фирма разработала белые солнечные батареи. URL: <https://www.vesti.ru/nauka/article/1042015> (дата обращения: 04.12.2020).
7. *Ясеняк Я.* Созданы оконные стекла, вырабатывающие электричество. URL: <https://www.vesti.ru/nauka/article/2399207> (дата обращения: 04.12.2020).

УДК 378.147

Н. В. Макарюк

студент кафедры программно-целевого управления в приборостроении

В. А. Семенова – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО КОММЕРЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СФЕРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Вопросы управления волнуют человечество уже не одно тысячелетие. В целом принято считать, что, осуществляя осознанную целенаправленную деятельность в отношении различных объектов или процессов, человек управляет ими, то есть упорядочивает, регулирует и создает условия для функционирования этих объектов или процессов. Управление в наши дни может касаться всех сфер жизнедеятельности: бытовой (управление напором горячей воды или кофеваркой), социальной (создание доступной среды для инвалидов, бесплатное образование) и экономической (государственное или хозяйственное управление). В таком многообразии управленческих процессов управление финансами является немаловажным и одним из основных направлений управленческой деятельности человека, предприятия или государства.

Модернизация механизма управления финансами организации ведется в направлении улучшения внутреннего финансового контроля [1].

Теоретическую основу исследования составили работы отечественных и зарубежных авторов в области менеджмента, экономики и бухгалтерского учета, в частности таких, как: В. Д. Андреев, С. А. Бурдуковский, В. В. Бурцев, Е. Е. Выгонова, М. В. Кириченко, О. А. Кузнецова, А. Л. Михайловская, О. Ю. Нетесова, Е. С. Никитина, Б. Н. Соколов, А. М. Старостина, Дж. Фостер, Ч. Т. Хорнгрен, Н. В. Якушина и др.

Внутренний контроль – это важнейшая часть современной системы управления, позволяющая достичь целей, поставленных собственниками, с минимальными затратами. Эффективность функционирования хозяйствующих субъектов во многом зависит от грамотно организованного контроля, так как он не только призван выявить недостатки и нарушения, но и предупреждать их, а также способствовать их своевременному устранению [2].

Под видом контроля понимается совокупность проводимых с определенной целью форм контроля. Выбор вида контроля обусловлен спецификой его объекта и поставленных задач, а также используемыми для контроля средствами.

Форма контроля – это способ организации контроля.

Метод контроля представляет собой практический способ реализации контроля, предназначенный для достижения сформулированной цели.

Также внутренний контроль может применяться как средство стимулирования успешной деятельности организации.

Таким образом, выделяют значительное количество видов и форм внутреннего контроля, для каждого из которых характерно наличие комплекса специфических элементов (рис. 1.1).

Совокупность элементов составляет систему внутреннего контроля, способную принимать различные виды в деятельности организации: ревизия, внутренний контроль, контроллинг, внутренний аудит. Для существующих видов систем контроля характерны как сходства, так и различия. Помимо этого, необходимо указать на то, что в организации системы внутреннего контроля могут быть представлены в разных формах: от достаточно простых образований (выполнение контрольных функций одним из руководящих сотрудников, создание ревизионной комиссии) до сложных систем (например, службы контроллинга и внутреннего аудита).

Внутренний контроль подразумевает разработку системы постоянного контроля, а также проверки деятельности внутри организации, для обнаружения и устранения отклонений и неблагоприятных факторов, уведомления руководящего звена о выявленных проблемах с целью своевременного принятия управленческих решений, которые направлены на снижение рисков, которые могут возникнуть в деятельности организации.



Рис. 1.1. Классификация видов и форм контроля

На основании принятых решений руководства за счет собственных средств организации осуществляется процедура внутреннего контроля компании. Информация, которая выявляется в процессе внутривозвратного контроля, непосредственно в дальнейшем применяется управленческим персоналом. Абсолютно все структурные подразделения и подразделения хозяйствующего субъекта выступают в качестве объекта внутреннего контроля. Внутривозвратный контроль затрагивает всю финансово-экономическую, а также производственную деятельность компании в целом [3].

Субъектами внутреннего контроля первого уровня являются собственники организации, которые непосредственно или косвенно (посредством привлечения независимых экспертов, внешних аудиторов) осуществляют контроль за ее деятельностью [4].

К непосредственным функциям субъектов внутреннего контроля второго уровня контроль не относится. Однако на практике они реализуют контрольные функции, что обусловлено производственной необходимостью (например, отвечающий за качество работы оборудования сотрудник).

Субъектами внутреннего контроля третьего уровня осуществляется ряд контрольных функций с целью реализации непосредственно закрепленных за ними служебных обязанностей (сотрудники отдела кадров, планового экономического и планово-диспетчерского отделов).

К обязанностям субъектов внутреннего контроля четвертого уровня относятся как контрольные, так и ряд других функций (сотрудники отдела бухгалтерского учета, административно-управленческий персонал; сотрудники службы безопасности, обслуживающий компьютерные системы персонал).

Внутренним контролем можно назвать процесс, который обеспечивает достижение поставленных целей организации, для выявления и устранения проблем до того, как они станут нанесут ущерб компании. Также внутренний контроль может применяться как средство стимулирования успешной деятельности организации [5].

Результатом отсутствия системы внутреннего контроля является неопределенность, провоцирующая неумышленное искажение отчетности и утерю имущества, злоупотребления, коррупцию.

Поддержание системы внутреннего контроля на постоянной основе требует проведения мониторинга на соответствующем уровне. Вышеперечисленные действия представляют собой процесс оценки качества внутреннего контроля, а именно, разработанные процедуры и эффективности их применения на практике. В качестве дополнительной и эффективной меры возможно использование внешней информации, например, анализ претензий клиентов.

Зарубежный и собственный российский опыт в электроэнергетике говорит о том, что внутренний контроль организации является действенным средством в стабилизации экономики отдельного хозяйствующего субъекта, а значит, и отрасли в целом.

В условиях рыночной экономики для предприятий энергетического комплекса приобретают значение и другие принципы формирования системы внутреннего контроля: соответствия ответственности, задач и полномочий внутреннего контроля; взаимодействия внутреннего контроля с внешним аудитом [6].

Актуально также выделение основных требований к организации системы внутреннего контроля, которые не являются принципами, но обуславливают эффективное функционирование системы и в совокупности с указанными выше принципами составляют теоретическую основу эффективного функционирования системы внутреннего контроля финансово-хозяйственной деятельности предприятий энергетики. Необходимо выделить следующие требования: подконтрольность каждого субъекта внутреннего контроля, работающего в организации; недопущение концентрации прав первичного контроля в руках одного лица; заинтересованность администрации; компетентность, добросовестность и честность субъектов внутреннего контроля; приемлемость (пригодности) методологии внутреннего контроля; непрерывность развития и совершенствования; приоритетность; исключение ненужных этапов, шагов, процедур в проведении контроля; оптимальную централизацию организационной структуры; единичность ответственности; потенциальное функциональное замещение; регламентацию; взаимодействие и координацию.

Этапами совершенствования и развития системы внутреннего контроля при переходе от административно-командных механизмов хозяйствования к рыночным могут рассматриваться основные этапы реструктурирования системы внутреннего контроля предприятий электроэнергетики. Реализация основных направлений совершенствования отдельных сторон системы внутреннего контроля должна обеспечить как снижение возможности злоупотреблений и сохранность имущества предприятий, так и совершенствование, упрощение и снижение трудоемкости контрольной работы, что может повысить эффективность функционирования системы внутреннего контроля.

Так, в условиях реформирования экономики, спада производства, неплатежей и государственного регулирования тарифов на энергию нарастает зависимость региональной экономики от объемов и качества ввозимых энергоресурсов, растут дотации из бюджета, увеличиваются объемы вредных выбросов в окружающую среду, снижается уровень жизни населения и повышается социальная и политическая напряженность в обществе. Решить эту проблему возможно через создание организационных, правовых, экономических, научно-технических и технологических условий, обеспечивающих снижение потребления энергетических ресурсов, вовлечение неиспользуемых источников энергии, согласование интересов территории, производителей и потребителей энергии по эффективному использованию энергетических ресурсов [7].

Основными направлениями совершенствования и развития системы внутреннего контроля на предприятиях электроэнергетики являются:

- препятствие несанкционированному доступу к носителям информации; лимиты полномочий при заказе товаров (услуг, работ);
- система обеспечения безопасности внутренних информационных систем;
- регламентация деятельности на основе специальных схем последовательности операций;
- внедрение новых информационных технологий в основные управленческие процессы;
- требование документального подтверждения выполнения контрольной работы;
- периодическое перераспределение обязанностей между работниками;
- эффективный всесторонний контроль; принятие во внимание корреляции объектов контроля;

- усиление приоритета предварительного контроля; использование информации об отклонениях, полученной в предыдущих проверках;
- контроль эффективности сегментов бизнеса; присвоение группы риска и формирование базы данных на покупателей (заказчиков);
- установление параметров коммерческого кредита; предотвращение злоупотреблений ответственных лиц;
- совершенствование контроля выполнения планов сбыта; внедрение системы бюджетного управления;
- сочетание жестких и гибких систем планирования деятельности организации.

Подводя итоги, можно сделать выводы, что основной целью внутреннего контроля является систематический, непрерывный и непрерывный контроль производственной деятельности всех структурных подразделений, который направлен на выявление и устранение причин бесхозяйственности, обеспечение сохранности финансовых и материальных ресурсов, принятие оптимальных управленческих решений, определение резервов повышения эффективности деятельности организации в целом.

Библиографический список

1. *Ефремова Е. И., Казакова Н. А.* Концепция внутреннего контроля эффективности организации: монография. М.: ИНФРА-М, 2015. 234 с.
2. *Ефремова Е. И., Казакова Н. А., Федченко Е. А.* Аудит: учебник для бакалавров и специалистов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2019. 387 с.
3. *Прохорова М. М.* Внутренний аудит предприятия как способ повышения уровня его экономической безопасности // Молодой ученый. 2017. № 5 (139).
4. *Решетникова Е. Е.* Внутренний аудит: сущность, функции и задачи // Математические методы и модели в управлении, экономике и социологии. 2017.
5. *Ефремова Е. И., Магина Д. Д.* Внутренний контроль: перспективы развития в российской практике в условиях цифровизации экономики. М.: КноРус, 2019. С. 92–96.
6. *Иохимович Е. Д., Трофимова Н. Н.* Модернизация управления производственными процессами как главный фактор экономической трансформации. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42923037> (дата обращения: 17.12.2020).
7. *Трофимова Н. Н.* Влияние цифровизации экономики на модернизацию промышленности. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43046063> (дата обращения: 17.12.2020).

УДК 614.314

Т. С. Медведь

студентка кафедры электромеханики и робототехники

А. А. Мартынов – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель**РАСЧЕТ ВОЛНОГЕНЕРАТОРА МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

Неиссякаемый источник электрической энергии, который на данный момент используется не в полную силу, – это, конечно, энергия морей и океанов. В настоящее время ведутся активные разработки, чтобы в дальнейшем у человечества всегда был доступ к энергии. Одним из таких изобретений считается поплавковый волногенератор, энергию которого в дальнейшем можно использовать для метеобуев, маяков и других маломощных устройств. Сложность получения энергии от данного изобретения заключается в том, что частота колебания морских или океанских волн не постоянна и, как следствие, получаемая энергия варьируется на протяжении всей эксплуатации от нескольких десятков до сотен ватт [1].

Устройство такой разработки достаточно легкое и не материалозатратное. Если обратиться к рис. 1, то можно увидеть, что конструкция волногенератора представляет собой металлическую трубку 3, обычно с наружным диаметром в 100 мм и менее. Из трубки выступает прикрепленный шток 2 с поплавком 1, находящийся в зоне морской волны. Внутри трубы расположен магнитоэлектрический индуктор 4 с многоплюсной магнитной системой. Сердечник магнитопровода статора с обмоткой 5, якорь генератора закреплены внутри трубы. Также для защиты внутренней конструкции от коррозии и для меньшего сопротивления при подъеме подвижной части устанавливают манжету. Стоит отметить, что все поверхности волногенератора имеют антикоррозийное покрытие, а обмотка генератора пропитана водонепроницаемым компаундом [2].

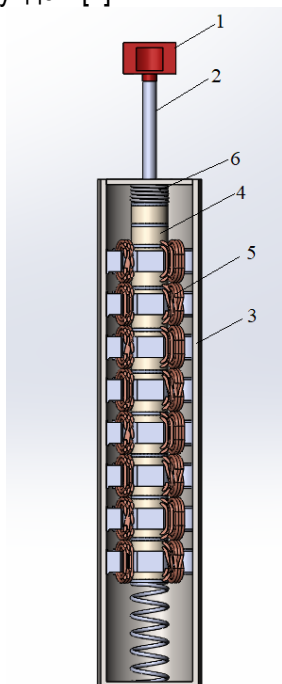


Рис. 1. Конструктивная схема волногенератора поплавкового типа

Рассмотрим пример расчета волногенератора малой мощности.

Примем, что:

Внутренний диаметр корпуса $D_k = 100$ мм;

Наружный диаметр индуктора $D = 40$ мм;

Частота генерируемой ЭДС $f_s = 12,5$ Гц;

Количество пар полюсов $p_n = 2$;

Период колебания волны $T_b = 5$ с;

Амплитуда волны $A = 1,25$ м.

Для уменьшения массы и габаритов волногенератора увеличивают частоту генерируемого напряжения. Для этого необходимо рассчитать коэффициент электрической редукции, который зависит от частоты ЭДС и частоты следования волн. При периоде волны равном 4 секунды частота следования волн составляет $f_b = 0,25$ Гц. Тогда коэффициент электрической редукции будет равен не менее 50:

$$k_p = \frac{f_{\text{э}}}{f_b} = \frac{12,5}{0,25} = 50 \quad (1)$$

В разных регионах мирового океана в разное время года амплитуда волны разная, но для примера расчета генератора было принято среднее значение амплитуды волны равное 1,25 м. Из этого следует, что длина активной зоны магнитопровода статора:

$$l_a = 2 \cdot A = 2,5 \text{ м} \quad (2)$$

Без ограничения перемещения индуктора длина активной зоны индуктора составляет:

$$L_{\text{и}} = l_a + 2 \cdot A = 5 \text{ м} \quad (3)$$

Электрическая редукция достигается увеличением числа пар полюсов p .

Линейный размер полюсного деления τ при заданных значениях двойной амплитуды волны и коэффициента электрической редукции k_p :

$$\tau = \frac{l_a}{k_p} = 0,05 \text{ м} \quad (4)$$

Для рассматриваемого примера число катушек обмотки статора равно $N_k = 40$.

При таком соотношении размеров активных зон статора и индуктора катушки обмотки статора будут находиться в зоне магнитного поля индуктора на всем диапазоне перемещения индуктора вместе с поплавком.

Катушки обмотки статора размещены в пазах магнитопровода статора на участке активной зоны. Принимаем ширину паза, равной ширине зубца, а значит, равной:

$$\begin{aligned} b_3 &= \tau / 2 = 0,025 \text{ м}; \\ b_n &= b_3 = 0,025 \text{ м} \end{aligned} \quad (5)$$

Внутренний диаметр индуктора будет равен трети наружного диаметра индуктора:

$$d_0 = 1/3 \cdot D = 0,013 \text{ м} \quad (6)$$

Тогда внутренний диаметр штока:

$$d_{\text{ш}} = 1/4 \cdot D = 0,01 \text{ м} \quad (7)$$

Толщина стенки корпуса генератора вместе с ферромагнитной вставкой внешнего магнитопровода генератора:

$$\Delta k = \tau / 4 = 0,013 \text{ м} \quad (8)$$

Толщина магнитного кольца:

$$h_{\text{ш}} = \tau / 3 = 0,017 \text{ м} \quad (9)$$

Длина корпуса генератора находится через x_0 – высота сжатых пружин, x_0 принимаем равной 4 см:

$$L_k = L_{\text{и}} + 2 \cdot x_0 = 5,08 \text{ м} \quad (10)$$

Площадь магнита находится следующим образом:

$$S_m = \frac{\pi \cdot (D^2 - d_0^2)}{4} = 0,00094 \text{ м}^2 \quad (11)$$

Магнитное сопротивление воздушного зазора $\delta=0,002$ м под одним полюсом:

$$R_\delta = \frac{2 \cdot \delta}{\mu_0 \cdot \pi \cdot D \cdot \tau} = 5,07 \cdot 10^5 \text{ Ом}, \quad (12)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – абсолютная магнитная проницаемость.

Для нахождения величины магнитного потока необходимо сначала найти коэффициент рассеяния, состоящий из коэффициента проводимости путей рассеяния магнита и коэффициента проводимости участка пути рассеяния магнитного потока внутри сердечника магнита.

Коэффициенты проводимостей путей рассеяния снаружи и внутри кольца магнита соответственно:

$$\begin{aligned} \lambda_{\delta 1} &= 1,09 \cdot \mu_0 \cdot D = 5,48 \cdot 10^{-8}; \\ \lambda_{\delta 2} &= 0,575 \cdot \mu_0 \cdot D = 2,89 \cdot 10^{-8} \end{aligned} \quad (13), (14)$$

Коэффициент проводимости путей рассеяния магнита:

$$\lambda_{\delta M} = \lambda_{\delta 1} + \lambda_{\delta 2} = 8,37 \cdot 10^{-8} \quad (15)$$

Коэффициент проводимости участка пути рассеяния магнитного потока внутри сердечника магнита, где $\mu_M = 1$ – относительная магнитная проницаемость магнита:

$$\lambda_M = \mu_0 \cdot \mu_M \cdot D \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot D}{3 \cdot \tau} = 8,42 \cdot 10^{-8} \quad (16)$$

Коэффициент рассеяния магнита, учитывающий наличие потоков рассеяния:

$$k_\delta = 1 + \lambda_{\delta M} / \lambda_M = 1,99 \quad (17)$$

Для ферромагнетика выбираем сплав N38M с остаточной индукцией $B_r=1,1$ Тл. Теперь можно рассчитать амплитудное значение величины потока:

$$\Phi_M = \frac{S_m \cdot B_r}{1 + k_\delta \cdot 4 \cdot R_\delta \cdot \lambda_M} = 0,0008 \text{ Вб} \quad (18)$$

Амплитудное значение ЭДС фазы генератора примем равной $E_m = 150$ В. Тогда требуемое количество витков одной катушки обмотки статора находится следующим образом:

$$W_k = \frac{E_m}{2\pi \cdot f_r \cdot \Phi_M \cdot N_k} = 61,73, \quad (19)$$

что примем как $W_k = 62$.

Далее рассчитывается площадь паза:

$$S_n = \frac{\tau \cdot (D_k - D - 2\delta - 2\Delta k)}{2 \cdot \rho_n} = 375 \text{ мм}^2 \quad (20)$$

Требуемое сечение провода обмотки фазы, где $k_3 = 0,4$ – коэффициент заполнения паза:

$$q = \frac{S_n \cdot k_3}{W_k \cdot N_k} = 0,06 \text{ мм}^2 \quad (21)$$

Высота паза магнитопровода статора:

$$h_n = \frac{S_n}{b_n} = 15 \text{ мм} \quad (22)$$

Средняя длина витка катушки будет рассчитываться, как:

$$l_{\text{ср}} = \pi \cdot (D + 2(h_n + \delta)) = 0,23 \text{ м} \quad (23)$$

Активное сопротивление обмотки статора, где $\rho = 0,018 \text{ кг/м}^3$:

$$R = \frac{\rho \cdot l_{\text{ср}} \cdot W_k \cdot N_k}{q} = 17,3 \text{ Ом} \quad (24)$$

Номинальное напряжение генератора:

$$U = E_m / 1,41 = 106 \text{ В} \quad (25)$$

Фазный ток определяется следующим образом, где $j = 2 \text{ А/м}^2$:

$$I_{\text{ф}} = j \cdot q = 1,2 \text{ А} \quad (26)$$

Мощность электрических потерь в обмотке:

$$\Delta P_{\text{эл}} = I_{\text{ф}}^2 \cdot R = 25 \text{ Вт} \quad (27)$$

Электрическая мощность:

$$P_{\text{эл}} = I_{\text{ф}} \cdot U = 128 \text{ Вт} \quad (28)$$

КПД волногенератора:

$$\eta = \frac{P_{\text{эл}} - \Delta P_{\text{эл}}}{P_{\text{эл}}} = 0,8 \quad (29)$$

В итоге можно найти массу подвижной части волногенератора, точнее минимальную массу:

$$m = \frac{P_{\text{эл}} \cdot T_{\text{в}}}{4g \cdot A \cdot (k_{\text{зап}} - 1)} = 13 \text{ кг}, \quad (30)$$

где $k_{\text{зап}} = 4$ – коэффициент запаса.

Зная подвижную массу подвижной части волногенератора, можно определить объем поплавка – последнего конструктивного элемента представленного изобретения.

Известно, что объем поплавка должен быть не менее $V = nm$, где n – кратность выталкивающей силы поплавка по отношению к силе тяжести подвижной части индуктора. Приняв эту величину равной 4, следует, что объем поплавка должен быть не менее $V \geq 52 \text{ мм}^3$ [3].

В этой статье были рассмотрены расчетные зависимости основных параметров, а также расчет мощности волногенератора с опорой на методику расчета из [2] и [3]. Этот расчет позволит не только разработать волногенератор большей мощности с учетом влияния нагрузки генератора на частоту и амплитуду колебаний подвижной части генератора и частоту ЭДС генератора, но и поможет воссоздать прототип изобретения для дальнейших разработок.

Библиографический список

1. Гаджиев Я. М. Гаджиев М. А. Преобразователь энергии морских волн // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2002. № 4. С. 39–41.
2. Мартынов А. А., Самсыгин В. К. Волногенератор поплавкового типа // Труды Крыловского государственного научного центра 2014. № 81 (365). С. 132–142.
3. Мартынов А. А., Самсыгин В. К. Основы методики расчета волногенератора поплавкового типа // Труды Крыловского государственного научного центра. 2018. № 3(385). С. 115–121.

УДК 629.764.015.05:531.55

Е. А. Михайлов

ученик 10 класса школы № 371

Д. А. Коршунов, П. А. Снегов – магистры кафедры электромеханики и робототехники – научные руководители

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ РАСЧЕТА ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

Введение

В настоящее время применение компьютерных технологий позволяет решать различные задачи моделирования процессов и визуализировать результаты. При проектировании прототипов летательных аппаратов математическое моделирование траектории полета позволяет отказаться от проведения натурных экспериментов и, соответственно, снижает финансовые затраты.

На этапе проектирования летательных аппаратов в Юношеском клубе космонавтики им. Г. С. Титова Санкт-Петербургского Дворца творчества юных ученики используют программу «Booster», разработанную в 1987 г. учеником клуба. Программный комплекс был создан для работы в операционной системе «MS DOS». Стоит отметить, что использование этой системы потеряло свою актуальность.

В работе будут изучены различные способы нахождения траектории одноступенчатой и многоступенчатой ракеты. Также будет разработан модуль для программного комплекса расчета траектории полета ракеты-носителя на языке программирования «Python», который позволяет достаточно быстро выполнять сложные расчеты, такие как сложные дифференциальные и интегральные уравнения.

Основные математические расчеты и подходы при проектировании летательных аппаратов, движущихся по баллистической траектории

Проектирование летательных аппаратов начинается с создания формы и конструкции ракеты-носителя. Этот этап называется геометрическим проектированием – схематическим моделированием, используемым для построения объектов в пространстве. С точки зрения программного обеспечения на данном этапе выполняется формирование и структурирование информации о расположении и форме объектов в составе летательного аппарата.

Следующим этапом является структурное проектирование – разбиение программного комплекса на иерархию модулей для облегчения его реализации. На данном этапе выполняется разделение ракеты-носителя на модули. Для каждого модуля указываются следующие данные: полезная нагрузка, вес приборного отсека, топливного отсека, двигателя. В свою очередь для топливного отсека указываются такие параметры, как горючее и окислитель, а для двигательной установки выбирается тип двигателя. Также на данном этапе определяются параметры для носителя: тяговооруженность, центр масс (барицентр). Тяговооруженность представляет собой отношение тяги двигателя к весу ракеты-носителя. Данный параметр является одним из важнейших и определяет летно-технические характеристики ракеты. Используя этот параметр, можно определить тягу ракеты. Центр масс – точка, через которую должна проходить линия воздействия силы. Положение центра масс зависит от того, как распределяется по объему тела его масса. Центр масс может находиться за пределами тела. При поступательном движении тела все его точки движутся с таким же ускорением, которое получает центр масс этого тела под действием равнодействующей внешних сил. Следовательно, для того чтобы описать поступательное движение тела, необходимо описать движение центра масс этого тела под действием равнодействующей внешних сил. При формировании графиков, характеризующих траекторию полета летательного аппарата, необходимо рассмотреть показатель скорости полета, высоты полета, а также угла наклона траектории и тангажа [1].

При проведении расчетов возникает необходимость решения линейных дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения связывают независимую переменную x с неизвестной функцией $y(x)$ и ей производными до некоторого порядка n включительно. На рис. 1 представлен график, демонстрирующий точность решения тремя самыми распространенными методами.

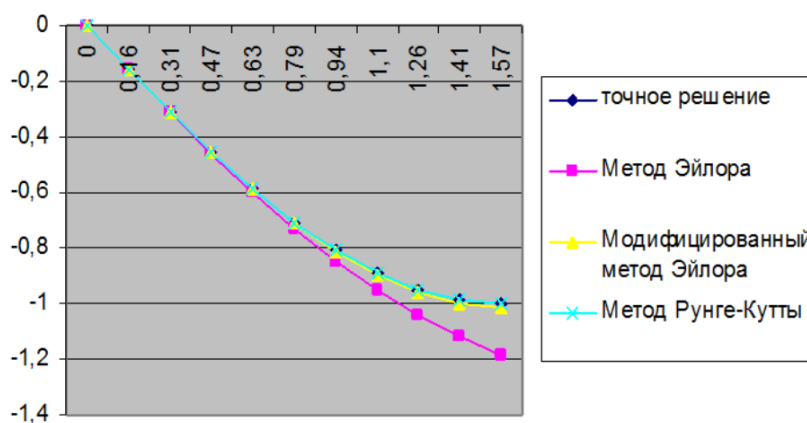


Рис. 1. Методы решения дифференциальных уравнений

Метод Эйлера первого порядка – один из методов решения простейших дифференциальных уравнений. Функция на n шаге равна сумме функции на предыдущем шаге и произведению переменной на определенный коэффициент. Это самый простой метод решения дифференциальных уравнений. Однако на графике, представленном на рис. 1, можно увидеть, что он является самым неточным среди всех.

Метод Рунге-Кутты является самым точным для решения задачи Коши. Рассмотрим задачу Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка (1):

$$\begin{aligned} y' &= f(x, y), \\ y(x_0) &= y_0 \end{aligned} \quad (1)$$

Приближенное значение в последующих точках вычисляется по итерационной формуле (2):

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{6} \cdot (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \quad (2)$$

Вычисления нового значения проходит в четыре стадии:

$$\begin{aligned} k_1 &= f(x_n, y_n) \\ k_2 &= f\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2} \cdot k_1\right) \\ k_3 &= f\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2} \cdot k_2\right) \\ k_4 &= f(x_n + h, y_n + hk_3) \end{aligned}$$

Данный метод имеет четвертый порядок точности. Это значит, что ошибка на одном шаге имеет порядок $O(h^5)$, а суммарная ошибка на конечном интервале интегрирования имеет порядок $O(h^4)$. В данной работе будет использоваться метод Эйлера на начальном этапе и метод Рунге-Кутты при завершение всех формул для улучшения решения уравнений [2].

Для нахождения угла тангажа необходимо решить систему линейных алгебраических уравнений следующего вида (3):

$$\begin{cases} a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1n} \cdot x_n = b_1 \\ a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots + a_{2n} \cdot x_n = b_2 \\ a_m \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \dots + a_{mn} \cdot x_n = b_m \end{cases} \quad (3)$$

Упорядоченный набор значений: $\{x_0^1, x_0^2, \dots, x_0^n\}$ является решением системы, если при подстановке в уравнения все уравнения превращаются в тождество [3]. В работе система линейных алгебраических уравнений будет использоваться для нахождения угла тангажа ракеты. В начале полета ракета на протяжении 5 секунд будет лететь под углом в 90 градусов, набирая скорость, при завершении этого времени угол тангажа изменится до определенного значения, после чего ракета будет разгоняться с постоянным углом тангажа.

Разработка программного обеспечения

Разработка программного обеспечения началась с разделения работы на итерации: построение расчетов траектории свободно брошенного тела, изучение библиотеки `matplotlib`, построение расчетов траектории тела с изменением массы и построение расчетов траектории тела с тягой. Для проведения тестирования модуля были выбраны следующие параметры: есть тело с массой 85 кг, брошенное под углом к горизонту в 45°. Алгоритм работы модуля построения графика дальности и высоты полета представлен на рис. 2.

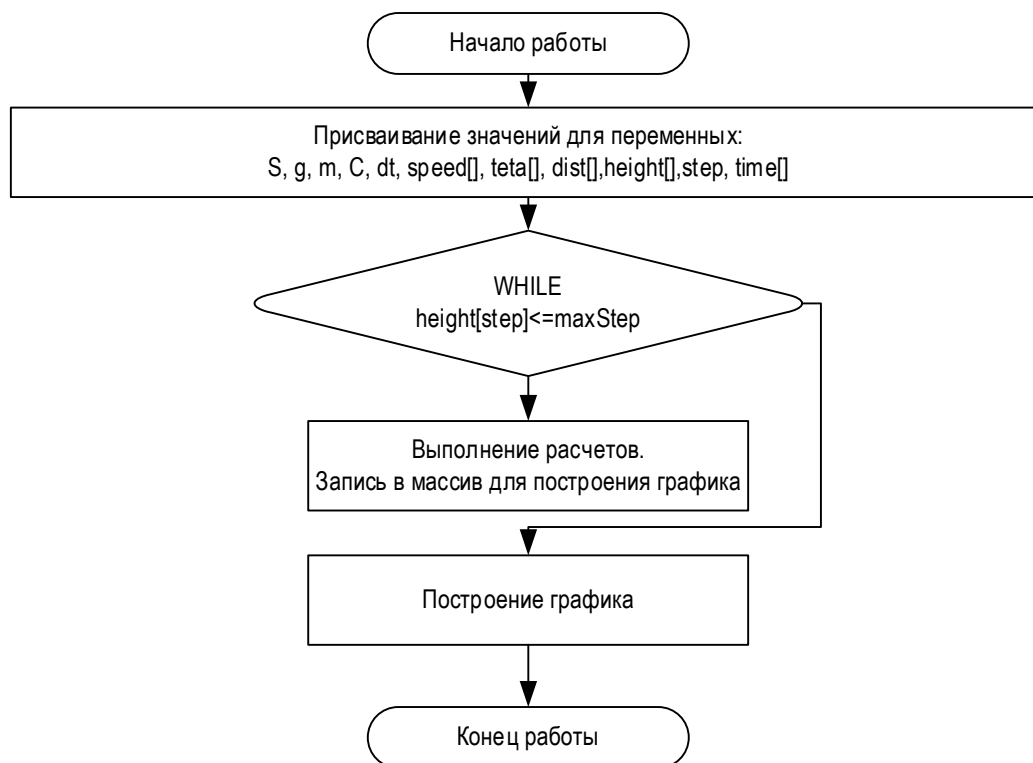


Рис. 2. Алгоритм работы модуля построения графика дальности и высоты полета

Результат работы данного модуля представлен на рис. 3.

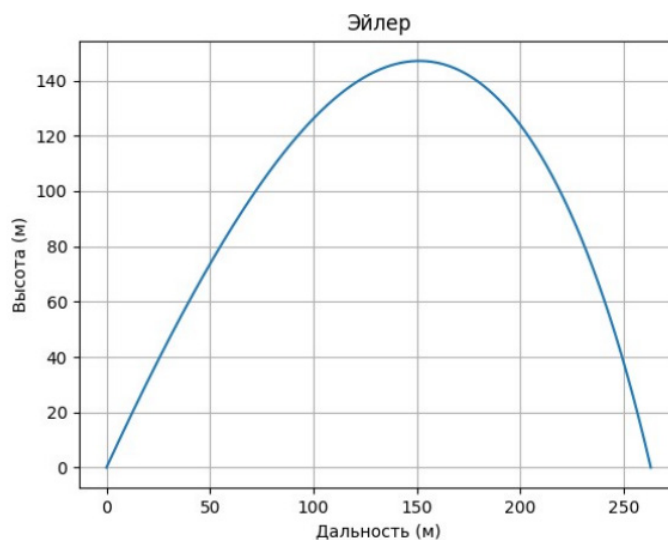


Рис. 3. Результат работы модуля построения графика дальности и высоты полета

Следующий модуль программного обеспечения заключается в построении математической модели летательного аппарата. В нашем случае ракета-носитель описывается тремя уравнениями, характеризующими силу тяги (4), силу тяжести (5) и силу лобового сопротивления воздуха (6):

$$P = W \cdot m + S_a \cdot (p_a - p_\infty), \quad (4)$$

где W – скорость истечения газов; m – секундный массовый расход; S – наибольшая площадь на срезе сопла; P_a – давление в сопле; P_∞ – давление в сопле.

$$F = -g \cdot m \cdot \sin(\Theta), \quad (5)$$

где g – ускорение свободного падения; m – масса ракеты-носителя; θ – угол тангажа.

$$F_x = -0.5 \cdot C_x \cdot S_m \cdot \rho \cdot v^2, \quad (6)$$

где C – коэффициент лобового сопротивления; S – площадь по миделю; ρ – это плотность воздуха; v – скорость тела.

Для данного модуля были выбраны тестовые данные такие же, как в первом модуле. К данным добавились секундный массовый расход, давление на срезе сопла и скорость истечения газов, а также появилась формула тяги. Алгоритм работы данного модуля представлен на рис. 4.

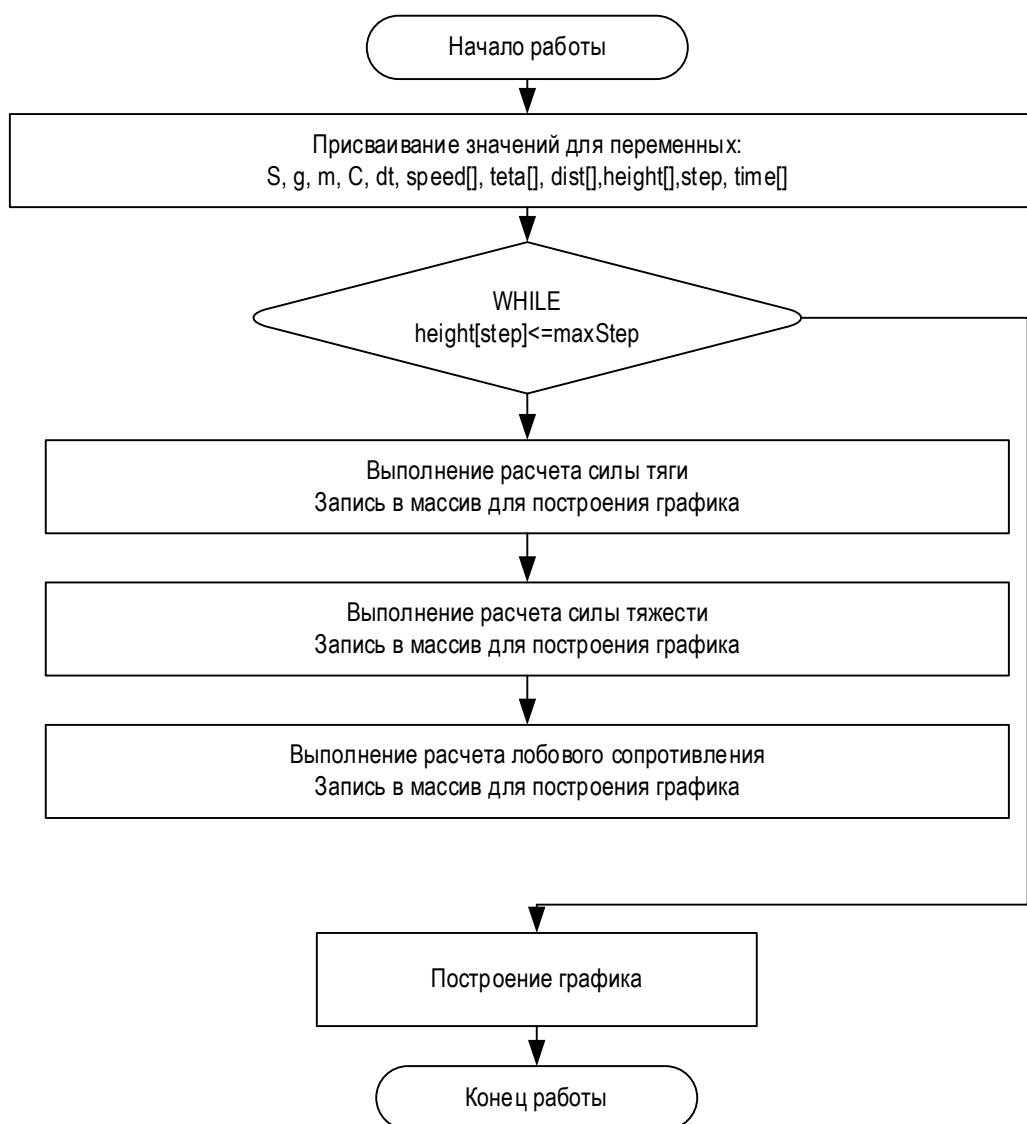


Рис. 4. Алгоритм работы модуля построения графика дальности и высоты полета с учетом силы тяги, силы тяжести и лобового сопротивления

Траектория полета ракеты-носителя, рассчитанная программным комплексом представлена на рис. 5.

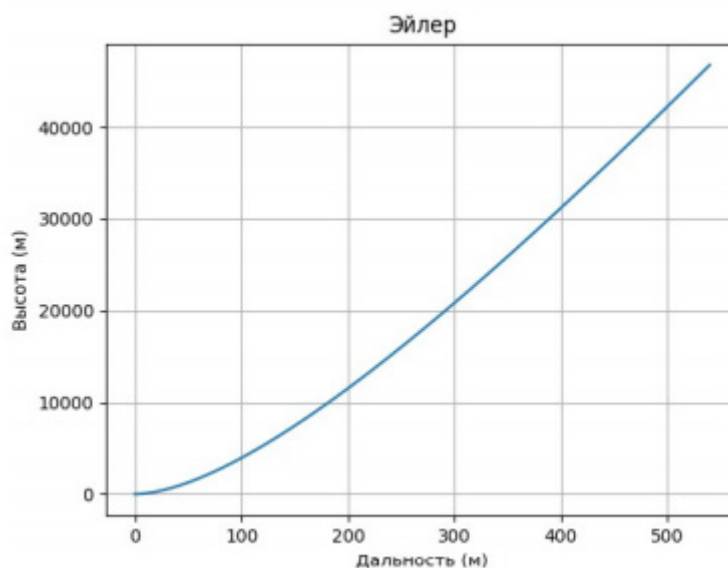


Рис. 5. Результат работы модуля построения графика дальности и высоты полета с учетом силы тяги, силы тяжести и лобового сопротивления

Заключение

В работе представлены разработанные алгоритмы работы программного обеспечения для расчета траектории полета ракеты-носителя. Вычисление основных математических уравнений производится при помощи библиотеки «math», а построение графиков при помощи matplotlib.

Дальнейшее развитие направлено на развитие интерфейса программного обеспечения для быстрого и удобного проектирования летательных аппаратов.

Библиографический список

1. *Исаков А. Л.* Синтез облика баллистических ракет: учеб. пособие / Балт. Гос. Техн. Ун-т. СПб., 2010. 128 с.
2. *Суворов И. Ф.* Курс высшей математики для техникумов. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1956. 404 с.
3. *Корн Г.* Справочник по математике для научных работников и инженеров: Определения, теоремы, формулы. М.: Книга по требованию, 2014. 832 с.

УДК 621.313

А. А. Михалев

студент кафедры электромеханики и робототехники

В. П. Кузьменко – аспирант, ассистент – научный руководитель

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ В РЕГУЛЯТОРАХ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Введение

В условиях стремительного развития технологий и науки чаще стали внедряться новейшие разработки. Например, в системы управления электроприводом (СУЭП). В данной работе будет рассмотрена возможность применения нейросетевых алгоритмов в СУЭП, структура и варианты обучения нейросети (НС).

НС – это математическая модель в программном воплощении, которая построена по принципу биологических нейронных сетей [1].

На рис. 1 представлена схема искусственной нейронной сети (ИНС). ИНС представляет собой систему из соединенных искусственных нейронов, которые взаимодействуют между собой сигналами.

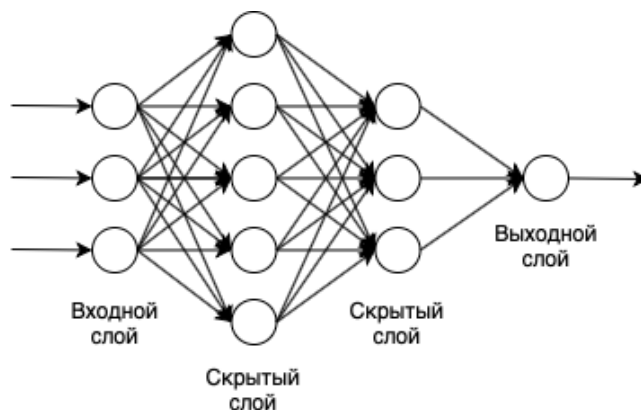


Рис. 1. Графическое изображение ИНС

Одно из главных преимуществ ИНС – обучение, что может позволить избежать возможных ошибок программирования. Существует множество способов обучения ИНС. Вот несколько из них:

- обучение с учителем;
- обучение без учителя;
- метод Хэбба;
- правило коррекции по ошибке;
- обучение методом соревнования.

Первые два более простые. Рассмотрим их.

Обучение с учителем предполагает, что сеть во время обучения располагает правильными ответами. То есть в нейросеть подбирает свои параметры так, чтобы выходные данные совпали с заранее известными правильными. Необходимо отметить, что заданные данные были достаточно исчерпывающими, чтобы алгоритм обучения смог сформировать нужное отображение [2].

Обучение без учителя является наиболее похожим на биологический. Данный метод применяется, когда известны только входные данные. И нейронная сеть на их основе учится выдавать наиболее оптимальные результаты на выходе. Оптимальные результаты определяются алгоритмом обучения. Обычно алгоритм подстраивает обучение так, чтобы сеть выдавала похожие результаты для достаточно близких входных значений [3].

В общем случае выбор метода обучения зависит от конкретной задачи, для которой создается ИНС.

Применение нейросетевых алгоритмов в регуляторах системы управления электрическим приводом

В современном мире НС достаточно успешно применяются в решениях задач динамики роботов, в системах технического зрения, в промышленной отрасли и т. д. Об одном из направлений применения НС и пойдет речь в данной работе – нейросетевые регуляторы (НСР).

В настоящее время по применению НСР в СУЭП имеются научные работы. Рассмотрим некоторые и выделим результаты исследований.

НСР нашли применение в решении проблемы фрикционных автоколебаний в электромеханических системах с нагрузкой «пара трения» [4]. Авторы предлагают парное использование НСР и классического регулятора (КС), что позволяет стабилизировать или устранить автоколебания в электроприводе (ЭП). Также совместное использование двух регуляторов позволяет упростить разработку НСР.

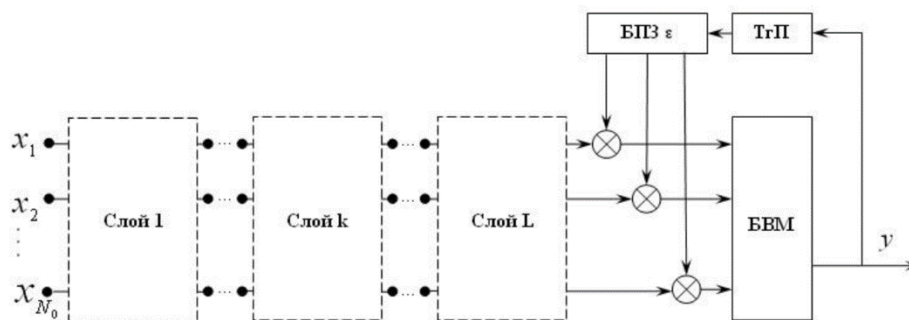


Рис. 2. Модифицированная многослойная нейронная сеть для управления структурой гибкого ПЧ

В результате авторами было установлено, что замкнутая система с НСР менее чувствительна к изменению момента инерции, чем система с КС в виде ПИД-регулятора. Выявлено, что неправильно обученная НС не только не решает проблему автоколебания, но и приводит к смещению зоны автоколебаний в другой диапазон скоростей ЭП. Авторы сделали вывод, что недостатком НСР разработан для работы с конкретным объектом, и его стабильная работоспособность с другой системой не может быть гарантирована.

В результате экспериментального исследования поведения синхронного генератора, входящего в состав электромашинного преобразователя с регулятором частоты напряжения выхода с применением нечеткой логики и НС в статическом и динамическом режимах работы, которые приведены в работе [5], получено: при работе с нагрузкой нечеткий регулятор позволяет понизить провалы частоты на 1,7 раза, в то время как НСР на 3,3 по сравнению со штатным регулятором. В переходных процессах быстродействие НСР превысило быстродействие нечеткого и штатного регуляторов на 1,23 раза и 1,84 раза соответственно. Следовательно, можно сделать вывод что регуляторы частоты напряжения выхода синхронного генератора на основе ИНС превосходят штатные регуляторы и регуляторы на нечеткой логике, что может говорить о перспективах данных регуляторов.

Один из вариантов применения ИНС в регуляторах скорости и момента асинхронного ЭП для улучшения качества регулирования и экономии энергии и ресурсов описан в [6]. Авторы разработали четырехслойную ИНС со структурой (8–9–7–1) наблюдателя скорости с алгоритмом обратного распространения ошибки, которая имеет чувствительность к вариации индуктивности на низких частотах. Авторы также провели исследование, сравнив оценки скорости двигателя в системе с адаптивным управлением по эталонной модели с ИНС с компенсацией сопротивления статора и без компенсации сопротивления статора. Также представлены результаты ИНС для функций наблюдателя и регуляторов в системах управления скоростью АД с короткозамкнутым ротором.

В итоге было установлено, что система управления с компенсацией сопротивления понижает погрешность оценки скорости в 5 раз и повышает устойчивость системы к изменению параметров двигателя.

По данным пусковой ток ротора и пусковой момент на 13 и 27 % меньше соответственно, чем с классическим ПИ-регулятором. На холостом ходу пусковой ток ротора и пусковой момент на 18 и на 15 % меньше, чем классический регулятор.

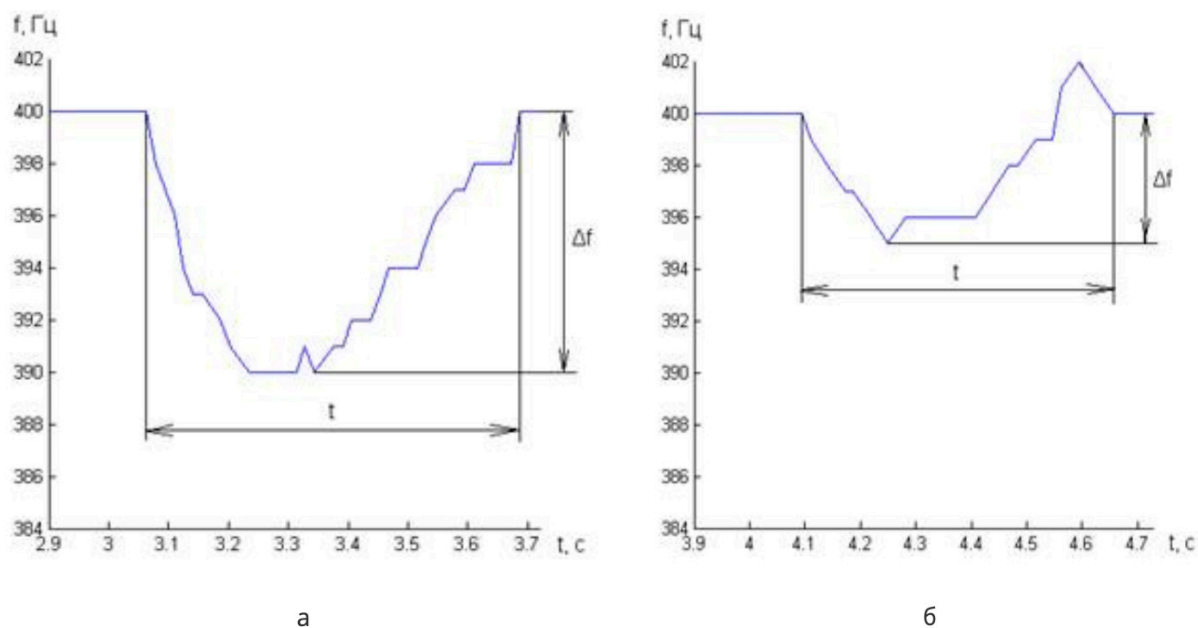


Рис. 3. Графики частоты выходного напряжения при номинальной нагрузке:
а – с применением нечеткого регулятора; б – с применением НСР

Сравнение результатов показывает, что системы подвержены воздействию небольших изменений параметров в процессе реальной работы. И после введения устройства для оценки сопротивления статоры эффективность улучшается, что говорит о пригодном применении данной системы оценщика на практике.

Заключение

Делая вывод по проанализированным работам, можно выделить достоинства НСР в СУЭП. Нейросетевые регуляторы позволяют адаптироваться по изменяемые условия, прогнозировать изменения в системе. Добавим, что НСР чувствительны к малым изменениям параметров, что является положительным свойством, ведь в процессе работы параметры привода могут меняться. Недостатками являются, что НСР разрабатываются под конкретный объект регулирования и работа в других системах не гарантирована, сложность реализации и высокая цена.

Можно сказать, что направление нейросетевых регуляторов на данный момент имеет результаты. Но в связи с недостатками, они имеют ограниченное применение. Хотя стремительное развитие нейросетевых технологий смогут решить данную проблемы и возможно буду более доступными для использования в СУЭП.

Библиографический список

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. / Пер. с англ. М.: Вильямс, 2006. 1004 с.
2. Claudio U., José P. Design, simulation, comparison and evaluation of parameter identification methods for an industrial robot. Computers & Electrical Engineering. 2018. P. 791–806.
3. Smith L. An Introduction to Neural Networks. Unpublished draft, University of Stirling, 2001. URL: <http://www.cs.stir.ac.uk/~lss/NNIntro/InvSlides.html> (дата обращения: 25.12.2020).
4. Разработка и исследование нейросетевого регулятора для электропривода с механической нагрузкой типа «пара трения» / С. В. Ланграф, А. С. Глазырин, Л. Е. Козлова и др. 2011. С. 166–172.
5. Гизатуллин Ф. А., Каримов В. И. Экспериментальные исследования интеллектуальных систем регулирования частоты выходного напряжения синхронного генератора в составе электромашиного преобразователя. Современные проблемы науки и образования. 2012. Т. 2. С. 98–103.
6. Абозеад А. С. Регулирование скорости и вращающего момента асинхронного электропривода с применением искусственных нейронных сетей: дис. ... канд. техн. наук / Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А. Н. Туполева. 2012. 135 с.

УДК 629.735.45

А. П. Морозов

студент кафедры управления в технических системах

В. С. Акопов – старший научный сотрудник, кандидат технических наук – научный руководитель

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТОЛЕТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Попытки создать летательный аппарат (ЛА) вертикального взлета и посадки начались еще задолго до начала Первой мировой войны. Так или иначе, именно в начале XX в. воздухоплавание стало стремительно развиваться и не в последнюю очередь благодаря России. В 1911 г. выдающийся русский ученый, инженер и профессор Б. Н. Юрьев изобрел автомат перекося, механизм, изменяющий угол установки каждой лопасти в зависимости от ее положения в конкретный момент времени вращения всего винта. Это обеспечивает перемещение вертолета в вертикальной или горизонтальной плоскостях, тангаж и крен. Механизм Б. Н. Юрьева позволил принципиально изменить и улучшить конструкцию вертолета. Благодаря автомату перекося стало возможным управление машиной самим несущим винтом (НВ). И хотя в межвоенный период большее внимание уделялось развитию дирижаблестроения или автожиров, это не значит, что работы по вертолетостроению в мире были прекращены.

В 1930 г. под руководством Г. Х. Сабинина был построен и поднялся на высоту 605 м одновинтовой вертолет, превысив мировой рекорд высоты для вертолетов в 30 раз [1]. А первый серийный вертолет Советского Союза Ми-1 совершил первый полет еще в 1948 г [2]. Тем не менее темпам развития отечественного вертолетостроения тех лет было далеко до американских показателей, что стало ясно по итогам Корейской войны (1950–1953 гг.). Аэромобильные части армейской авиации США, вооруженные вертолетами, имели огромное преимущество по переброске грузов и десанта перед войсками своих противников. Так, за сутки Инчхонской десантной операции всего 12 вертолетов США перебросили около 50 тонн грузов и 2000 бойцов, в том числе и в труднодоступные районы [3]. Помимо этого, вертолеты применяли для координированного управления силами, ведения разведки и эвакуации раненых.

Собственно, с Корейской войны и можно говорить о массовом применении военных вертолетов. Позже, во время войны во Вьетнаме, США применили первый в мире специально спроектированный боевой ударный вертолет AH-1 Cobra [4]. До этого вертолеты переоборудовали в боевые из транспортных путем установки блоков различного стрелково-пушечного, бомбового или ракетного вооружения. Вторым в мире и первым в Европе специально спроектированным боевым ударным вертолетом стал легендарный Ми-24. Его применение в многочисленных конфликтах по всему миру не только зарекомендовало вертолет как надежную машину, но и дало почву для модернизации. Одной из наиболее совершенных версий Ми-24 является Ми-24/35, или Ми-35М, являющейся едва ли не новой машиной. Отметим, что глубокая модернизация уже имеющихся боевых машин – лишь один из путей развития отечественного вертолетостроения.

На примере Ми-24 и Ми-35М можно рассмотреть некоторые тенденции развития вертолетов как таковых.

Таблица 1

ЛТХ вертолетов Ми-24 и Ми-35М [5]–[6]

Характеристика	Ми-24	Ми-35М
Максимальная скорость	324 км/час	300 км/час
Крейсерская скорость	280 км/час	240 км/час
Нормальная взлетная масса	11 100 кг	10 900 кг
Максимальная взлетная масса	11 500 кг	11 500 кг
Масса полезной нагрузки	2500 кг	2400 кг

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Характеристика	Ми-24	Ми-35М
Масса пустого вертолета	8500 кг	8354 кг
Потолок статический	2200 м	3150 м
Потолок динамический	4500 м	5400 м
Дальность нормальная	480 км	до 550 км
Дальность перегоночная	1050 км	до 1000 км
Двигатели	Турбовальные двигатели ТВ3-117ВМА, 2х2200 л.с.	Турбовальные двигатели ВК-2500-02 (модификация ТВ3-117ВМА), 2х2400 л.с.

Как видно, ЛТХ модернизированного вертолета Ми-35М по некоторым параметрам даже уступают аналогичным у Ми-24, но важны новейшие системы, устанавливаемые на новый боевой вертолет. Среди них:

Комплекс пилотажа, навигации и электронной индикации КНЭИ-24Э

Модernизированный комплекс управляемого ракетного вооружения 9К113К, в состав которого входит обзорно-прицельная система ОПС-24Н на базе гиросtabilизированного прибора управления ГОЭС-342ВМИ.

Прицельно-вычислительный комплекс ПрВК-24

Комплекс средств связи КСС-28Н

Очки ночного видения ОВН-1 «СКОСОК»

Адаптированное к применению очков ночного видения внешнее и внутреннее осветительное и светосигнальное оборудование [6].

Отдельно стоит отметить уникальную круглосуточную обзорно-прицельную систему ОПС-24Н. Система обеспечивает летчиков круговым обзором. ОПС объединяет четыре стабилизированные оптико-электронные станции наблюдения: одна из них установлена в носовой части вертолета, еще одна – на несущей балке хвостового винта, и две другие – на крыльях. На дисплее в кабине пилотов выводится полученное при помощи станций изображение [7]. ОПС-24Н имеет следующие характеристики:

- поиск и обнаружение круглосуточно как в простых, так и сложных метеоусловиях различных целей и объектов, в том числе низкоскоростных воздушных целей типа «вертолет»;
- наведение управляемых ракет типа «Атака» («Штурм»);
- прицеливание при применении пушечного подвижного и неподвижного вооружения;
- измерение наклонной дальности до цели и выдачу ее в комплекс ПрВК-24-2;
- выдачу видеосигнала на индикаторы ИВ-86-2 в виде полного телевизионного сигнала;
- наблюдение закабинного пространства с использованием изображения местности по телевизионному или тепловизионному каналам в дневных и ночных условиях;
- обнаружение и распознавание целей на дальности: 5–6 км днем и 3–4 км ночью [6].

Помимо того, что аппаратура позволяет обнаруживать и распознавать цели на расстоянии несколько км при любой погоде и в любое время суток, так еще и при сильном задымлении, что крайне важно во время боевых действий. Эти возможности обеспечивает уникальная камера коротковолнового инфракрасного диапазона спектра (SWIR) с фотоприемным модулем, способным преобразовывать невидимый человеческому глазу диапазон сверхкоротких волн [7].

Вместе с тем особое внимание было уделено комплексу средств защиты от поражения. На Ми-35М было не только увеличено бронирование кабины экипажа и важных систем вертолета, но и значительно улучшена станция обнаружения облучения радиолокационных сигналов (РЛС). А благодаря установке экранно-выхлопных устройств была значительно снижена вероятность наведения на вертолет управляемых ракет с инфракрасными головками самонаведения [7].

Стоит отметить, что в свое время конструкторы пытались не просто снизить вероятность наведения ракет, но создать совершенно новый, как можно менее заметный вертолет. Преуспели в этом США с проектом ударного вертолета RAH-66 Comanche. В 1996 г. состоялся первый полет опытного «Команча». В конструкции машины инженеры уменьшали эффективную площадь рассеивания (ЭПР)

как только могли. Кроме того, что обшивка фюзеляжа и лопасти выполнены из радиопоглощающих материалов, вертолет имеет плоские поверхности на фюзеляже. Убираемым стало не только шасси, но и пушка. Также установили обтекатель втулки НВ. Сам НВ был бесшарнирным, полностью изготовлен из композитов, хвостовой винт выполнили по схеме фенестрон. Эти изменения позволили значительно уменьшить уровень шума, который создавал вертолет. Таким образом, ЭПР «Команча» составила 1/600 от ЭПР AH-64 Apache и 1/200 от ЭПР OH-58D Kiowa Warrior [8]. В России стелс-вертолет пока находится на стадии проектирования. Загадочный Ка-58 «Черный призрак» конструкторского бюро (КБ) Камова имеется только в качестве модели. «Вертолеты-невидимки» на данный момент могут существовать лишь в роли летающих лабораторий, вроде российского Ми-24ЛЛ. К тому же тяжело обеспечить должную малозаметность НВ. Здесь важно отметить, что для вертолетов реализовать стелс не только труднее, но и гораздо дороже, чем для самолетов. Так, программа RAH-66, состоящая из двух опытных образцов, обошлась Министерству обороны США в 40 млрд долларов США [8], в то время как программа разработки и производства 820 AH-64 стоила чуть менее 12 млрд долларов США [9]. А ведь кроме малозаметности, особое внимание уделяется и скорости вертолета [10]. В данном случае ахиллесовой пятой является конструкция, не позволяющая значительно превысить скорости в 300–320 км/ч.

Тем любопытнее попытки конструкторов разных стран найти решение и создать новое поколение винтокрылых машин. В США к проблеме подошли, учитывая опыт создания RAH-66. Для увеличения скоростных характеристик НВ стал соосным, а отказавшись от фенестрона RAH-66, американцы использовали толкающий винт (можно предположить, что оглядывались на Lockheed AH-56). Отметим, что использование толкающего винта позволяет на 20–30 % ускорить выполнение боевых задач, подняв крейсерскую скорость машины на 120–130 км/ч [11]. Вертолет Sikorsky-Boeing SB1, получивший имя собственное Defiant («Дерзкий»), в июне 2020 г. достиг скорости 380 км/ч, а уже в октябре того же году побил свой же рекорд, набрав на спуске 420 км/ч [12]. Нет сомнений, что перспективный Sikorsky-Boeing SB1 Defiant вполне может стать американским вертолетом будущего или по крайней мере базой для создания новых машин. Достижение такой скорости, предположительно, стало доступно благодаря использованию кевлар-графеновых лопастей, которые не «ломаются» о воздух. Использовать такой материал решили после летних испытаний, когда оказалось, что на скорости близкой к 400 км/ч лопасти сточились о воздух [13].

В РФ тоже намечены пути развития в направлении по созданию нового поколения вертолетов. Одной из таких машин стал Ми-24ЛЛ, участвующий в конкурсе ПСВ (перспективный скоростной вертолет). Де-факто, это единственный российский вертолет, участвующий в конкурсе. Наиболее близкий к реализации вариант, представляющий собой глубокую модернизацию Ми-24. Выпуск машин был внесен в программу перевооружения на 2018–2025 гг., но к 2021 г. ни один из данных вертолетов в части не поступил, оставшись лабораторией [14]. Задержка, вероятно, связана с изменением требований к вертолету и к скорости, в частности. На это указывают и слова курирующего военно-промышленный комплекс премьер-министра Юрия Борисова. Он сообщил, что перспективный вертолет будет иметь скорость в 500 км/ч [10]. На данный момент Ми-24ЛЛ смог достичь максимальной скорости в 405 км/ч [14].

В работе по созданию вертолетов нового поколения участвует и КБ «Камов». Хотя их Ка-90 и Ка-92 на данный момент представляют собой лишь модели. Но, видимо, у этих вертолетов все-таки есть потенциал, раз в 2018 г. «камовцы» представили на закрытом совещании новый перспективный сверхскоростной вертолет, снимки которого попали в сеть [15]. К решению проблемы низкой скорости «камовцы» подошли кардинально. Видна тенденция к использованию гибридной силовой установки, где ключевую роль будет играть реактивный двигатель. И если военные рассчитывают получить винтокрылую машину способную развивать скорость в 500 км/ч, то Ка-90 будет способен летать со скоростью до 800 км/ч благодаря использованию двухконтурного турбореактивного двигателя. Винты же во время такого полета убираются в специальный футляр, а раскрываются для обеспечения вертикального взлета и посадки [16]. Так, или иначе, такой концепции нет никого в мире, если Россия сможет собрать опытный образец, – вполне вероятно, задаст новую моду в вертолетостроении.

Тем не менее от малозаметности, высокой скорости, уникальной обзорно-прицельной системы или точных ракет не будет никакой пользы, если вертолетом нельзя будет эффективно управлять или

даже завести машину. И одной из проблем, представляющей опасность до сих пор являются климат и погодные условия, а наиболее чревато последствиями обледенение. Хотя на вертолетах уже не один десяток лет используют разнообразные противообледенительные системы (ПОС), такие как воздушно-тепловые, электротепловые, механические и жидкостные, в должной мере защитить НВ пока не удавалось.

А ведь наибольшую опасность и представляет обледенение НВ вертолета. Из-за широкого диапазона скоростей обтекания лопастей НВ, вплоть до отрицательных значений в зоне обратного обтекания, создается сложная картина обледенения по передней и задней кромкам лопастей. Обледенение НВ резко ухудшает аэродинамические характеристики: возрастает профильное сопротивление, снижается подъемная сила, теряется устойчивость вертолета, а несимметричное сбрасывание льда с лопастей вызывает тряску вертолета [1].

Пионерами в данной области стали российские конструкторы. Так, уже в феврале 2020 г. холдинг «Вертолеты России» передал в эксплуатацию первый серийный Ми-38 [17]. Уникален этот вертолет своей ПОС НВ, буквально вшитой в лопасти [18]. Данные не разглашаются, но можно предположить, что был использован электрический тип ПОС, растапливающий лед при подаче напряжения. Вместе с тем современная ПОС Ми-38 позволяет функционировать вертолету в диапазоне температур от -50 до +60 С [19]. Это даст возможность использовать машину в условиях как высокогорья, так и крайнего севера. Учитывая, что Россия взяла курс на активное развитие арктической зоны для исследований, освоения северного морского пути, привлечения инвесторов и развития экономики региона [20], [21], стране понадобятся морозоустойчивые транспортные вертолеты.

Разработка нового вертолета длительное и дорогостоящее дело. И на данный момент, курс РФ на глубокую модернизацию, вместо траты на технологически сложные новые машины, может оказаться гораздо более удачным решением. На мировом рынке именно низкая себестоимость, высокая эффективность и надежность зарекомендовали отечественные ЛА по всему миру на десятилетия вперед. А к тому моменту, как ныне имеющиеся вертолеты морально устареют, машины вроде Ка-90 могут стать новыми законодателями вертолетной моды.

Библиографический список

1. Кузнецов А. Н. Основы конструкции и технической эксплуатации воздушных судов. М.: Транспорт, 1990. 294 с.
2. Дроздов С. В. Потерянное поколение птиц стальных. Вертолетная мощь советского союза. URL: <http://www.kr-media.ru/upload/iblock/2a5/2a5b7119f9e27b511093efdc479f756c.pdf> (дата обращения: 10.01.2021).
3. Мазелов А. А. Ка-50, Ка-52, Ка-50Н. Армейские боевые вертолеты. М.: Любимая книга, 1997. 131 с.
4. Американский ударный вертолет Bell AH-1 «Кобра». URL: https://militaryarms.ru/voennaya-texnika/aviaciya/vertolet-bell-ah-1-kobra/#h2_1 (дата обращения: 10.01.2021).
5. Министерство обороны РФ, официальный сайт. URL: <https://structure.mil.ru/structure/forces/air/weapons/aviation/more.htm?id=10645165@morfMilitaryModel> (дата обращения: 10.01.2021).
6. Вертолеты России, официальный сайт. URL: <https://www.rhc.aero/catalog/mi-35m> (дата обращения: 10.01.2021).
7. Известия, 7 марта 2019. № 042. С. 6.
8. Авиационная энциклопедия «Уголок неба», RAH-66 Comanche. URL: <http://www.airwar.ru/enc/ah/rah66.html> (дата обращения: 16.01.2021).
9. Hughes AH-64 «Apache» 1975. URL: http://www.aviastar.org/helicopters_rus/mcdonnel_apache.php (дата обращения: 01.02.2021).
10. Ведомости, 2 октября 2019. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/09/01/810177-minoboroni-razrabivat-vertolet> (дата обращения: 16.01.2021).
11. Известия, 5 февраля 2019. URL: <https://iz.ru/841398/sergei-samarin/vintokryloe-budushchee-cto-privet-na-smenu-boevym-vertoletam> (дата обращения: 16.01.2021).
12. Лента.Ру, 20 октября 2020. URL: <https://lenta.ru/news/2020/10/20/sb1/> (дата обращения: 16.01.2021).

13. Hi-Tech Mail.ru, 23 декабря, 2020. URL: https://hi-tech.mail.ru/review/bespoleznaya_skorost/#a01 (дата обращения: 16.01.2021).
14. Авиационная энциклопедия «Уголок неба», Ми-24ПЛ (ПСВ). URL: <http://www.airwar.ru/enc/xplane/mi24ll.html> (дата обращения: 16.01.2021).
15. Defence blog, 30 ноября 2018. URL: https://defence-blog.com/news/russia-accidentally-leaks-image-of-future-high-speed-helicopter.html?__cf_chl_captcha_tk__ (дата обращения: 16.01.2021).
16. Infuture.ru, 10 января 2011. URL: <https://infuture.ru/article/3944> (дата обращения: 16.01.2021).
17. Росстех, 26 февраля 2020. URL: <https://rostec.ru/news/rostekh-peredal-zakazchiku-pervuyu-seriyuu-mi-38/> (дата обращения: 16.01.2021).
18. ТАСС, 16 сентября 2020. URL: <https://tass.ru/armiya-i-opk/9470829> (дата обращения: 16.01.2021).
19. Специальный проект «Русское оружие», 8 сентября 2020. URL: <https://rg.ru/2020/09/08/kazanskij-vertoletnyj-zavod-peredal-minoborony-tretij-mi-38t.html> (дата обращения: 16.01.2021).
20. Экономика северо-запада, 14 июля 2020. № 152 (8206). С. 1.
21. Экономика северо-запада, 21 июля 2020. № 158 (8212). С. 15.

УДК 621.311.25

М. М. Никонов

студент кафедры электромеханики и робототехники

А. А. Мартынов – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель**МЕТОДЫ ЗАРЯДКИ НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА**

Необитаемый подводный аппарат (НПА) – плавучий объект, представляющий собой подводный робот, который может быть как управляем оператором на борту судна, так и быть автономным.

Основные задачи, решаемые при помощи АНПА:

- 1) обзорно-поисковые работы: инспекция подводных сооружений и коммуникаций, поиск и обследование затонувших объектов;
- 2) геологоразведочные работы: топографическая, фото- и видеосъемка морского дна, акустическое профилирование, картографирование рельефа;
- 3) подледные работы: обслуживание систем освещения, прокладка кабеля и трубопроводов;
- 4) океанографические исследования;
- 5) экологический мониторинг;
- 6) работы военного назначения: патрулирование, противоминная оборона, разведка.

Для питания аппарата используются аккумуляторные батареи, подзарядка которых может осуществляться тремя основными способами [1].

1. Контактный при котором электрическая энергия от судна – носителя передается на борт НПА с помощью специальных электрических кабелей.

2. Генераторный при помощи двигателя судна – носителя механически соединенного валом электродвигателя НПА который работает в генераторном режиме для подзарядки аккумулятора.

3. Бесконтактный при котором отсутствует электрическая связь между источником и приемником электрической энергии, осуществляемая с помощью специального устройства, в состав которого входит высокочастотный трансформатор. Передача энергии в этом случае выполняется посредством электромагнитной связи между обмотками трансформатора. Одна из обмоток, первичная, размещена на передающей части зарядного устройства, находящегося на судне-носителе. Вторая обмотка, вторичная, размещена на борту НПА.

Самый простой способ по аппаратной реализации, но технологически наиболее трудоемкий заключается в подъеме аппарата на борт обеспечивающего судна, выполнения необходимых монтажных и коммутационных процедур и осуществления зарядки батарей от какого-либо зарядного устройства. Повышение оперативности этого процесса со значительным расширением функциональных возможностей применения НПА получается при выполнении зарядки его батарей с использованием бесконтактного способа передачи электроэнергии.

На рис. 1 приведена обобщенная функциональная схема зарядного устройства НПА. В случае использования источника электрической энергии переменного тока в состав зарядного устройства должен входить сетевой выпрямитель, выход которого должен быть подключен на вход инвертора напряжения. Выход регулируемого преобразователя постоянного напряжения подключен к аккумуляторной батарее [2].



Рис. 1. Обобщенная функциональная схема зарядного устройства необитаемого подводного аппарата: ИЭЭ – источник электрической энергии переменного или постоянного тока; ИН – инвертор напряжения; ВТ – высокочастотный трансформатор; В – выпрямитель; СФ – сглаживающий фильтр; ППН – преобразователь постоянного напряжения; Ак – аккумуляторная батарея

Виды беспроводной передачи энергии

1. Метод электромагнитной индукции – через первичную обмотку проходит переменный электрический ток, вокруг нее возникает изменяющееся во времени магнитное поле, которое действуя и

на вторичную обмотку, наводит в ней переменную ЭДС и соответственно переменный ток. Для обеспечения хорошей электромагнитной связи между обмотками они должны находиться на малом расстоянии друг от друга. На рис. 2 представлен пример беспроводной передачи электрической энергии путем электромагнитной индукции.

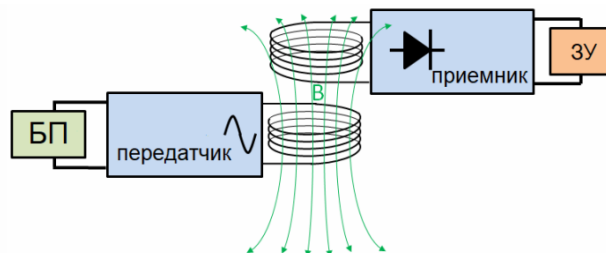


Рис. 2. Беспроводная передача электрической энергии путем электромагнитной индукции

2. Резонансный способ – это метод электромагнитной индукции в котором пара катушек настроены на резонансную частоту, благодаря чему увеличивается расстояние, на которое возможна передача электрической энергии. На рис. 3 представлен пример беспроводной передачи энергии резонансным способом.

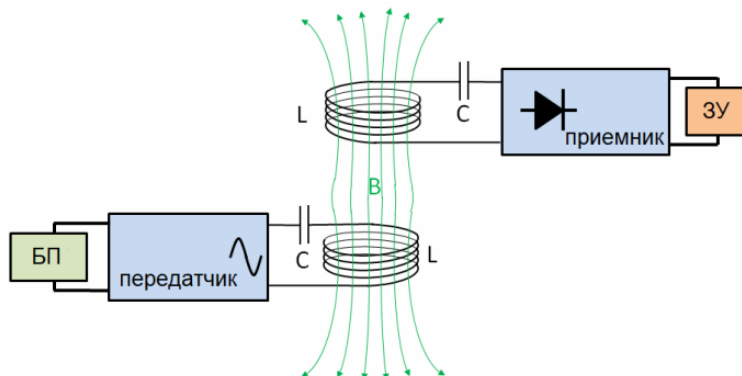


Рис. 3. Беспроводная передача электрической энергии резонансным способом

Наличие ферромагнитного сердечника

У трансформаторов зарядного устройства выполненных без ферромагнитного сердечника коэффициент связи между обмотками значительно меньше по сравнению с трансформаторами, снабженными магнитными сердечниками. В связи с этим воздушные трансформаторы имеют следующие недостатки:

1) увеличиваются потери мощности в обмотках из-за увеличения длины и массы ее обмоточных проводов;

2) из-за отсутствия магнитного сердечника магнитные потоки, сцепленные с обмотками трансформатора, распространяются в окружающем обмотки пространстве на значительное расстояние. При этом ухудшается электромагнитная совместимость трансформатора и других элементов, входящих в состав блока инвертора, блока выпрямителя и других компонентов подводного объекта. Вызванные указанными магнитными потоками вихревые токи в таких металлических изделиях как, корпуса блоков устройств и подводного аппарата, радиаторах охлаждения силовых полупроводниковых приборов и в других элементах дополнительно повышают температуру этих изделий. Наличие указанных вихревых токов приводит к добавочным потерям мощности в трансформаторе, что снижает коэффициент полезного действия устройства для бесконтактной передачи электроэнергии на подводный аппарат;

3) когда однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель тока работает в режиме прерывистых токов при малой суммарной нагрузке потребителей электроэнергии НПА, в выходном напряжении устройства имеются чрезмерные пульсации вследствие чего эти потребители получают электроэнергию низкого качества [3].

Для улучшения магнитной связи обмоток трансформатора и повышения энергетических показателей зарядного устройства целесообразно выполнять трансформатор с ферромагнитным сердечником.

Библиографический список

1. *Агеев М. Д., Киселев Л. В., Матвиенко Ю. В.* Автономные подводные роботы: системы и технологии. М.: Наука, 2005. 398 с.
2. *Мартынов А. А., Самсыгин В. К., Соколов Д. В.* Исследование устройства для беспроводной передачи электрической энергии на необитаемый подводный аппарат // Труды Крыловского государственного научного центра. 2017. 2(380). С. 92–100.
3. *Кувшинов Г. Е., Копылов В. В., Герасимов В. А.* Патент RU 2502170. Устройство для бесконтактной передачи электроэнергии на подводный объект. Дата приоритета 03.03.2012; опубл. 20.12.2013.

УДК 004.8

П. С. Ничипорук

ученик 11 класса Шумиловской СОШ

Д. У. Аккубеков, С. А. Анищик – магистранты кафедры электромеханики и робототехники – научные руководители**СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Искусственный интеллект (далее – ИИ) – это способность машины отображать человеческие способности, такие как рассуждение, обучение, планирование и творчество. ИИ позволяет техническим системам воспринимать окружающую их среду, справляться с тем, что они воспринимают, решать проблемы и действовать для достижения определенной цели. Компьютер получает данные – уже подготовленные или собранные с помощью собственных датчиков, таких как камера, – обрабатывает их и отвечает.

Системы ИИ способны в определенной степени адаптировать свое поведение, анализируя последствия предыдущих действий и работая автономно.

ИИ в повседневной жизни

Приложения ИИ можно увидеть в повседневных сценариях, таких как обнаружение мошенничества с финансовыми услугами, прогнозирование розничных покупок и взаимодействие с онлайн-службой поддержки клиентов. Вот несколько примеров.

Обнаружение мошенничества

Индустрия финансовых услуг использует искусственный интеллект двумя способами. Первоначальная оценка заявок на получение кредита использует ИИ для определения кредитоспособности. Для отслеживания и обнаружения мошеннических транзакций с платежными картами в режиме реального времени используются более совершенные механизмы ИИ.

Виртуальная помощь клиентам (VCA)

Центры обработки вызовов используют VCA для прогнозирования запросов клиентов и ответа на них вне рамок взаимодействия с людьми. Распознавание голоса в сочетании с имитацией человеческого диалога – это первая точка взаимодействия при запросе в службу поддержки. Запросы более высокого уровня перенаправляются человеку.

ИИ для помощи в Интернете

Когда человек инициирует диалог на веб-странице через чат (чат-бот), он часто взаимодействует с компьютером, на котором запущен специализированный ИИ. Если чат-бот не может интерпретировать или ответить на вопрос, вмешивается человек, чтобы напрямую общаться с этим человеком. Эти не интерпретированные экземпляры передаются в вычислительную систему машинного обучения, чтобы улучшить приложение ИИ для будущих взаимодействий.

Системы помощи принятия решения (СППР)

ИИ оказал феноменальное влияние на медицинскую промышленность и, следовательно, изменил лицо медицинской отрасли. Существуют различные алгоритмы и модели машинного обучения, которые эффективно работают для прогнозирования различных критических сценариев использования, таких как определение наличия у конкретного пациента злокачественного или доброкачественного рака, или опухоли на основе симптомов, медицинских записей и истории болезни. Он также используется в будущих прогнозах, когда пациентам хорошо рассказывают об ухудшении их здоровья и о мерах предосторожности, которые они должны предпринять, чтобы вернуться к нормальной и здоровой жизни.

Классификация ИИ***На основе поставленных задач******Узкий ИИ***

Также называемый Слабым ИИ, фокусируется на одной узкой задаче и не может работать сверх своих ограничений. Он нацелен на одну подгруппу когнитивных способностей и прогресс в этом спектре. Приложения с узким ИИ становятся все более распространенными в нашей повседневной жизни, поскольку методы машинного обучения и глубокого обучения продолжают развиваться.

- Apple Siri – это пример узкого ИИ, который работает с ограниченным заранее определенным набором функций.
- Суперкомпьютер IBM Watson – еще один пример узкого ИИ. Он применяет когнитивные вычисления, машинное обучение и обработку естественного языка для обработки информации и ответов на ваши запросы.
- Другие примеры Narrow AI включают переводчик Google, программное обеспечение для распознавания изображений, системы рекомендаций, фильтрацию спама и алгоритм ранжирования страниц Google.

Общий ИИ

Также известный как сильный ИИ, может понять и изучить любую интеллектуальную задачу, которую может выполнить человек. Это позволяет машине применять знания и навыки в различных контекстах. Исследователям ИИ пока не удалось создать сильный ИИ. Им нужно будет найти способ сделать машины сознательными, запрограммировав полный набор когнитивных способностей. General AI получила от Microsoft инвестиции в размере 1 млрд долларов через OpenAI.

- Fujitsu построила компьютер K, который является одним из самых быстрых суперкомпьютеров в мире. Это одна из значительных попыток создания сильного ИИ. Чтобы смоделировать одну секунду нейронной активности, потребовалось почти 40 минут. Следовательно, трудно определить, будет ли в ближайшее время достигнут сильный ИИ.
- Tianhe-2 – это суперкомпьютер, разработанный Китайским национальным университетом оборонных технологий. Он является рекордсменом по количеству операций в секунду – 33,86 петафлопс (квадриллионы операций в секунду). Хотя это звучит захватывающе, человеческий мозг, по оценкам, способен на один эксафлоп, то есть на миллиард импульсов в секунду.

Супер-ИИ

Превосходит человеческий интеллект и может выполнять любую задачу лучше человека. Концепция искусственного суперинтеллекта предполагает, что ИИ настолько сродни человеческим чувствам и переживаниям, что не просто понимает их; он также сам по себе вызывает эмоции, потребности, убеждения и желания. Его существование пока остается гипотетическим. Некоторые из важнейших характеристик супер-ИИ включают в себя мышление, решение головоломок, вынесение суждений и самостоятельные решения [1].

По функциональным возможностям

Реактивная машина – это основная форма ИИ, которая не хранит воспоминания и не использует прошлый опыт для определения будущих действий. Работает только с текущими данными. Они воспринимают мир и реагируют на него. Реактивным машинам предоставляются определенные задачи, и у них нет возможностей, выходящих за рамки этих задач. Deep Blue от IBM (International Business Machines, см. рис. 1), победивший гроссмейстера Гарри Каспарова – это реактивная машина, которая видит фигуры на шахматной доске и реагирует на них. Deep Blue не может ссылаться на какой-либо из своих предыдущих опытов или улучшаться с практикой. Он может идентифицировать фигуры на шахматной доске и знать, как каждая из них движется. Deep Blue может предсказывать, какие ходы могут быть следующими для него и его противника. Он игнорирует все, что было до настоящего момента, смотрит на фигуры на шахматной доске, как они стоят сейчас, и выбирает из возможных следующих ходов.

Органическая память

ИИ с ограниченным объемом памяти обучается на основе прошлых данных для принятия решений. Память таких систем недолговечна. Они могут использовать эти прошлые данные в течение определенного периода времени, но не могут добавить их в библиотеку своего опыта. Такая технология используется в беспилотных автомобилях [2].

- ИИ с ограниченной памятью наблюдает, как другие автомобили движутся вокруг них в настоящее время и с течением времени.
- Эти текущие собранные данные добавляются к статическим данным ИИ-машины, таким как маркеры полос и светофоры.
- Они включаются, когда транспортное средство решает, когда сменить полосу движения, не сбить другого водителя или наехать на ближайший автомобиль.



Рис. 1. Реактивная машина Deep Blue от IBM

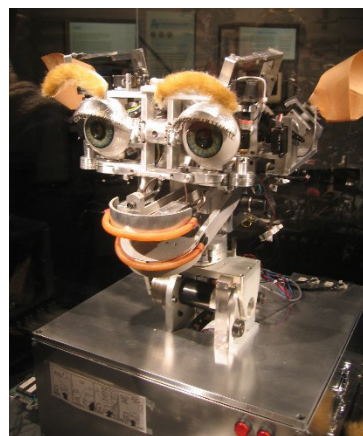


Рис. 2. голова робота Kismet

Теория разума

ИИ представляет собой передовой класс технологий и существует только как концепция. Такой вид ИИ требует глубокого понимания того, что люди и предметы в окружающей среде могут изменять чувства и поведение. Он должен понимать эмоции, чувства и мысли людей. Несмотря на то, что в этой области есть много улучшений, этот вид ИИ еще не полностью завершен.

- Одним из реальных примеров теории ИИ является Kismet (см. рис. 2). Kismet – это голова робота, сделанная в конце 1990-х гг. исследователем из Массачусетского технологического института. Kismet умеет имитировать человеческие эмоции и распознавать их. Обе способности являются ключевыми достижениями в теории искусственного интеллекта, но Kismet не может следить за взглядом или передавать внимание людям [3].

- София от Hanson Robotics (см. рис. 3) – еще один пример реализации теории интеллектуального ИИ. Камеры, присутствующие в глазах Софии, в сочетании с компьютерными алгоритмами позволяют ей видеть. Она может поддерживать зрительный контакт, узнавать людей и следить за лицами.

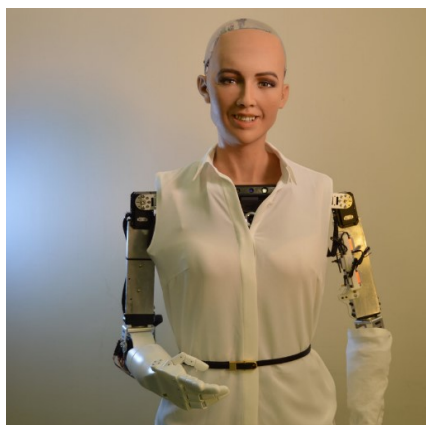


Рис. 3. Робот София от Hanson Robotics

Самосознание ИИ

Существует только гипотетически. Такие системы понимают свои внутренние особенности, состояния и условия и воспринимают человеческие эмоции. Эти машины будут умнее человеческого разума. Этот тип ИИ сможет не только понимать и вызывать эмоции у тех, с кем он взаимодействует, но и иметь собственные эмоции, потребности и убеждения [4].

В исследованиях ИИ используются два различных и до некоторой степени конкурирующих методов: символический (или «нисходящий») подход и коннекционистский (или «восходящий») подход.

Подход «сверху вниз» направлен на воспроизведение интеллекта путем анализа познания независимо от биологической структуры мозга с точки зрения обработки символов – откуда и возник символический ярлык. С другой стороны, восходящий подход предполагает создание искусственных нейронных сетей, имитирующих структуру мозга – отсюда и название коннекционистский. Чтобы проиллюстрировать разницу между этими подходами, рассмотрим задачу построения системы, оснащенной оптическим сканером, который распознает буквы алфавита. Подход снизу-вверх обычно включает обучение искусственной нейронной сети путем представления ей букв по одной, постепенно улучшая производительность путем «настройки» сети. (Настройка регулирует реакцию разных нервных путей на разные стимулы.) Напротив, подход сверху вниз обычно включает в себя написание компьютерной программы, которая сравнивает каждую букву с геометрическими описаниями. Проще говоря, нейронная активность – это основа восходящего подхода, а символические описания – основа нисходящего подхода.

Важность ИИ заключается в облегчении нашей жизни. Эти технологии являются большим достоянием людей и запрограммированы на максимальное сокращение человеческих усилий. Они, как правило, обладают способностью работать в автоматическом режиме. Следовательно, ручное вмешательство – это последнее, о чем можно было бы попросить или увидеть при работе с частями, связанными с этой технологией. Эти машины имеют тенденцию ускорять наши задачи и процессы наряду с гарантированным уровнем точности и аккуратности, и поэтому именно это делает их полезным и важным инструментом. Помимо того, что эти технологии и приложения делают мир безошибочным местом с помощью своих простых и повседневных методов, они не только связаны с нашей общей и повседневной жизнью. Это также влияет и имеет важное значение для других областей.

Библиографический список

1. News European Parliament. What is artificial intelligence and how is it used? URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20200827STO85804/what-is-artificial-intelligence-and-how-is-it-used> (дата обращения: 22.03.2021).
2. Жилин В. В. Искусственный интеллект в системах хранения данных // Вестник Донского государственного технического университета. 2020. Т. 20. № 2. С. 196–200.
3. Avijeet Biswal. 7 Types of Artificial Intelligence That You Should Know in 2020. URL: <https://www.simplilearn.com/tutorials/artificial-intelligence-tutorial/types-of-artificial-intelligence> (дата обращения: 22.03.2021).
4. Copeland B. Artificial intelligence. *Encyclopedia Britannica*. 2020. URL: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> (дата обращения: 22.03.2021).

УДК 332.1

П. М. Новожилов

студент кафедры технологий защиты информации

С. Г. Фомичева – кандидат технических наук, профессор – научный руководитель**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОССОПКА ОРГАНИЗАЦИЯМИ РФ**

После вступления в силу федерального закона № 187 от 26.07.2018 подключение к государственной системе обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак (ГосСОПКА) стало обязательным для всех компаний с объектами критической информационной инфраструктуры [1].

Основным назначением Системы является обеспечение защищенности информационных ресурсов Российской Федерации от компьютерных атак и штатного функционирования данных ресурсов в условиях возникновения компьютерных инцидентов, вызванных компьютерными атаками.

ГосСОПКА¹ выполняет четыре основные задачи:

- прогнозирование ситуации в области информационной безопасности России;
- взаимодействие организаций-владельцев информационных ресурсов (в том числе субъектов критической информационной инфраструктуры);
- контроль защищенности информационных ресурсов от кибератак;
- расследование компьютерных инцидентов.

Структура ГосСОПКА порождает своеобразное государственно-частное партнерство в вопросах противодействия компьютерным атакам. Угроза хакерских атак актуальна и для органов власти, и для бизнеса, но в сферах, определенных законом, они представляют особую опасность для общества. Обеспечить необходимый уровень защиты способны далеко не все [2].

В рамках ГосСОПКА обеспечиваются концентрация компетенций, необходимых для предотвращения атак и реагирования на них, и воспользоваться такими функциями могут не только государственные корпорации и представители крупного бизнеса, но и небольшие частные организации и даже индивидуальные предприниматели. Государство обеспечивает качество работы центров ГосСОПКА непосредственно от лица НКЦКИ², определяя стандарты к работе центров, осуществляя как надзор над этой деятельностью, так и прямое участие в реагировании.

Организациям во время подключения к ГосСОПКА придется столкнуться с определенными требованиями, а именно:

- выполнением нормативных требований в области информационной безопасности (ИБ);
- обладание кадрами в области ИБ и финансовыми ресурсами [3].

Первая задача – достаточно серьезная ответственность за невыполнение требований. Согласно статье 274.1 Уголовного кодекса наказываются создание вредоносного ПО для неправомерного воздействия на КИИ; неправомерный доступ к охраняемой информации, содержащейся в КИИ; нарушение правил эксплуатации средств хранения, обработки или передачи охраняемой информации, если оно повлекло причинение вреда КИИ. Если эти действия повлекли тяжкие последствия, то виновный наказывается лишением свободы на срок от пяти до десяти лет [4].

«Нет денег» и «Нет людей» – основные проблемы, на которые указали сотрудники служб ИБ³ в регионах, посетившие конференции «Будни информационной безопасности» в различных городах России. С ними согласны и респонденты исследования РАС – компании Group company⁴.

Регуляцию и контроль в обеспечении области безопасности объектов КИИ в Российской Федерации выполняет ФСТЭК⁵ и ФСБ России. Они также берут на себя обязанности нормативно-правового

¹ ГосСОПКА – это государственная система обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации.

² НКЦКИ – национальный координационный центр по компьютерным инцидентам.

³ ИБ – информационная безопасность.

⁴ РАС – ведущая европейская аналитическая фирма, предоставляющая целенаправленные и объективные ответы на вызовы роста поставщиков программного обеспечения и ИТ-услуг по всему миру.

⁵ ФСТЭК – федеральная служба по техническому и экспортному контролю.

регулирования. ФСТЭК создает и регулирует реализацию требований по обеспечению безопасности значимых объектов КИИ, и ведет соответствующий реестр для значимых объектов. ФСБ регулирует и координирует субъекты КИИ, собирает необходимые данные об инцидентах и формирует требования к средствам обнаружения, предотвращения и ликвидации компьютерных атак. Каждый из регуляторов требует от субъектов анализа собственных ошибок и использования этих данных для улучшения собственных средств защиты и призывает обратить пристальное внимание на собственные политики безопасности предприятия.

Сроки предоставления информации по инцидентам определены конкретные. С момента обнаружения инцидента должно пройти не более 24 часов до момента отправления субъектом информации в НКЦКИ [5].

НКЦКИ обязан в свою очередь не позднее, чем за 24 часа с момента получения информации об инциденте уведомить о том, что он получил информацию от субъекта об инциденте [6].

С точки зрения оперативного обмена взаимодействие производится с использованием технической инфраструктуры НКЦКИ, то есть через портал регулятора, либо через средства автоматизированного обмена информацией государственных информационных систем. Альтернативные способы, такие как почта РФ, факс допустимы, но не очень хороши, поскольку с точки зрения практической пользы важную роль играет оперативность. Чем быстрее произойдет обмен информацией об инциденте, тем быстрее начнут приниматься меры, и тем быстрее НКЦКИ этой информацией может поделиться с другими участниками ГосСОПКА [8].

В табл. 1 ориентировочно оценивается средний объем затрат, который потребуются при создании Центра мониторинга инцидентов информационной безопасности своими силами.

Таблица 1

Стоимость создания собственного Центра

<i>Создание своего Центра (затраты на первый год)</i>		
Затраты на инфраструктуру	Инфраструктура для создания полноценно функционирующего Центра мониторинга	34–50 млн руб.
Затраты на персонал	Для работы центра в режиме 24\7 с 2 сменами по 6 аналитиков (без учета обучения и зарплата руководства)	10–16 млн руб.
Затраты на расходные материалы	Уборка помещения, электричество, оплата телефона, техническая поддержка системы, обновление оборудования и программного обеспечения	От 1 млн руб.
ВСЕГО ЗАТРАТ		~56 млн руб. в первый год

В табл. 2 дается оценка среднего объема затрат, который потребуются при использовании услуг внешнего Центра мониторинга инцидентов информационной безопасности сроком на 1 год.

Таблица 2

Стоимость за использование услуг внешнего Центра

<i>Использование услуг внешнего Центра (затраты за год)</i>		
Затраты на инфраструктуру	Инфраструктура для создания полноценно функционирующего Центра мониторинга	Включено в стоимость
Затраты на персонал	Центр с обученными специалистами, работающими в режиме 24\7	Включено в стоимость
Затраты на расходные материалы	Уборка помещения, электричество, оплата телефона, техническая поддержка системы, обновление оборудования и программного обеспечения	Включено в стоимость

<i>Использование услуг внешнего Центра (затраты за год)</i>		
Затраты на услуги	Мониторинг и управление инцидентами, экспертный анализ угроз и уязвимостей, обновление сценарием атак в SIEM-системе поддержка аналитиков 24\7, администрирование средств защиты	Включено в стоимость
ВСЕГО ЗАТРАТ		~8–12 млн руб.

Создание центра ГосСОПКА – комплексная задача, включающая в себя множество процессов. Масштаб, в рамках которого спроектирована и работает ГосСОПКА на территории России, новый и прямых аналогов в мире нет, подобный уровень государственно-частного партнерства нигде не практикуется [10].

Следует отметить, что финансовые затраты на использование услуг внешнего Центра мониторинга инцидентов информационной безопасности для вашего предприятия могут быть снижены почти в 5 раз по сравнению с созданием собственного Центра, однако информации о состоянии информационной безопасности внешней организации и немалыми инвестиционными затратами на придется смириться с отсутствием контроля над работой внешнего Центра, рисками передачи создание собственного Центра.

Библиографический список

1. Федеральный закон № 187 от 26.07.2017. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220885/ (дата обращения: 23.09.2020).
2. Подключение к ГосСОПКА. URL: <https://amonitoring.ru/service/gossopka/> (дата обращения: 23.09.2020).
3. Выполнение требований 187-ФЗ. URL: https://amonitoring.ru/service/PM_gossopka_WP_2019-10.pdf (дата обращения: 23.10.2020).
4. Уголовный кодекс Российской Федерации. Ст. 274. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/b5a4306016ca24a588367791e004fe4b14b0b6c9/ (дата обращения: 23.10.2020).
5. Информация об НКЦКИ. URL: <http://www.gov-cert.ru/index.html> (дата обращения: 28.10.2020).
6. Правила взаимодействия с ГосСОПКА. URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/knowledge-base/vzaimodeistvie-s-gossopka> (дата обращения: 29.10.2020).
7. Приказ ФСБ России № 367. URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/72041504/paragraph/1:0> (дата обращения: 28.10.2020).
8. Трунова А. В. Обеспечение информационной безопасности предприятия // Современные инновации. 2018. №. 4 (26). С. 33–35.
9. Нормативные документы в области ГосСОПКА. URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/knowledge-base/terminology-gossopka-kii-full-version> (дата обращения: 28.10.2020).
10. Оптимальный состав Центра ГосСОПКА. URL: <https://www.anti-malware.ru/practice/methods/optimal-gossopka-team-line-up> (дата обращения: 29.10.2020).

УДК 621.22

А. В. Ольховский

студент кафедры электромеханики и робототехники

В. В. Булатов – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель**АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ ГИДРОАВТОМАТИКИ****Введение**

Гидравлические устройства и системы находят широкое применение в различных отраслевых направлениях, от станкостроения и энергетики до авиации и оборонной техники (следящие и дистанционные системы). В 60-х гг. прошлого века, в рамках развития автоматизации производственных процессов, более 60 % существовавшего парка металлообрабатывающего оборудования было оснащено гидравлическими системами [1]. В настоящее время только парк мобильных строительно-дорожных машин (бульдозеров, экскаваторов, автогрейдеров и т. д.) оснащен гидравлическими устройствами более чем на 50 %.

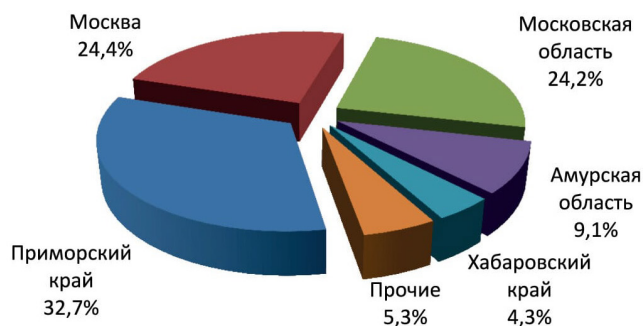


Рис. 1. Рынок производства бульдозеров в России в 2020 г. по регионам

Так, развитие гидравлических систем и устройств гидроавтоматики во многом связаны с развитием электроники. При установке микропроцессоров и подключении их к компонентам с пропорциональными электромагнитами можно автоматизировать рабочий цикл или весь технологический процесс, выполняемый машиной. Применение электронных систем позволяет упростить управление выходных звеньев гидропривода, а также проводить детальную диагностику работы систем.

Гидравлические системы представляют собой целесообразное соединение различных устройств гидроавтоматики и предназначены для изменения состояния рабочей жидкости (масла, воды и т. д.) с точки зрения примесей, либо ее основных параметров, к которым относятся – давление, температура, теплосодержание, содержание смол, влаги и воздуха. В гидравлических устройствах и системах высокой точности рабочая жидкость должна иметь очень незначительные температурные изменения вязкости, поэтому в таких случаях применяются специальные жидкости типа полимеров, кремнийорганических соединений или соединений на эфирной основе с высоким индексом вязкости [2].

Классификации и области применения устройств гидроавтоматики

Основными функциональными устройствами гидравлической автоматики являются: источники питания (насосы), распределительные устройства, регулирующие устройства, преобразователи, исполнительные механизмы, вспомогательное оборудование [3].

На рис. 1 представлен пример использования устройств гидроавтоматики по средствам схемы простого гидравлического контура.

Гидравлические системы классифицируются по следующим признакам [4]:

- По величине давления кгс/см²:
 1. Низкого давления – до 16;
 2. Среднего давления – от 16 до 63;

3. Высокого давления – от 63 до 200;
4. Сверхвысокого давления – свыше 200.
- По способу регулирования расхода и соответственно скорости движения:
 1. Дроссельного регулирования;
 2. Объемного регулирования.
- По способу распределения потоков жидкости:
 1. Однопоточные – в которых реверсирование потока осуществляется распределителями;
 2. Двухпоточные – в которых изменение направления потоков осуществляется реверсивным насосом.

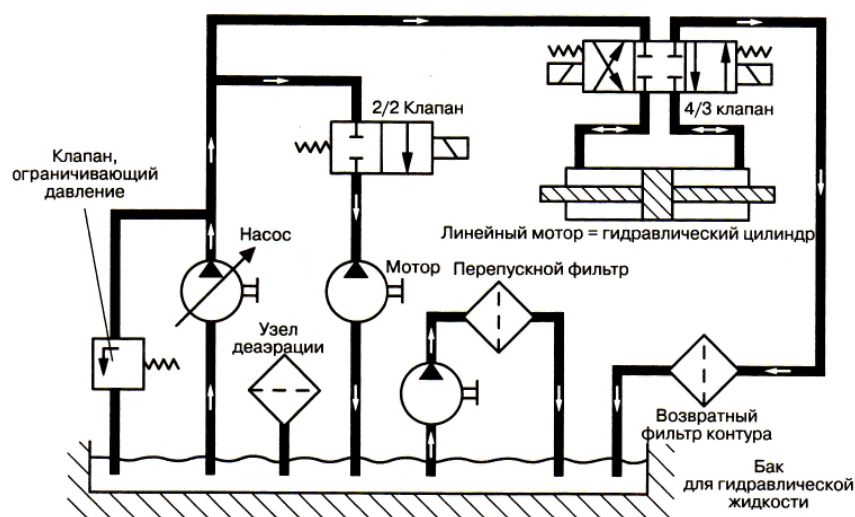


Рис. 1. Схема простого гидравлического контура

Рассмотрим актуальность использования гидравлических систем в технологическом оборудовании по вышеуказанным классификаторам.

Гидросхемы низкого давления рекомендуются для прецизионных и отделочных машин. Использование низкого давления в этих машинах обусловлено не только малыми нагрузками, возникающими при обработке, но и низким уровнем колебаний давления в гидросистеме, что позволяет повысить точность и чистоту обрабатываемой поверхности.

Гидросистемы средней точности рекомендуются для машин небольшой мощности (до 20 кВт). Также среднее давление используется в тех случаях, когда к приводу предъявляются высокие требования по жесткости и точности регулирования. Существенным преимуществом использования среднего давления является возможность построения гидросхемы на базе дешевых пластинчатых и шестеренчатых насосов.

Использование высокого давления оправдано в случаях, когда необходимо создать большие усилия – до 1000 т, при высоком быстродействии и большой мощности привода. Использование высокого давления позволяет уменьшить габариты и вес узлов гидроавтоматики, а также ограничить потери мощности, возникающие при значительной протяженности трубопроводов.

Сверхвысокое давление рекомендуется использовать лишь тогда, когда необходимо создать чрезвычайно большое усилие (свыше 1000 тс), например, в мощных прессах.

Изменение параметров движения рабочих органов в гидросистемах с насосом постоянной производительности производится за счет дросселирования потока жидкости при помощи гидравлических сопротивлений (дроссельное регулирование), а в гидросистемах с регулируемым насосом – при помощи изменения производительности гидромашин (объемное регулирование).

Гидросистемы дроссельного регулирования вследствие больших потерь мощности в клапанах, дросселях и распределительных устройствах рекомендуется применять в приводах малой мощности (3–4 кВт). Применение объемного регулирования позволяет значительно увеличить КПД привода машины большой мощности. Недостатком приводов с объемным регулированием является низкое быстродействие (~0,1–0,2 с) по сравнению с приводами с дроссельным регулированием (~0,01–0,02 с).

Для приводов, где требуется регулирование при постоянном моменте, применяются как дроссельное, так и объемное регулирование (регулируемый насос с нерегулируемым гидромотором).

Для приводов, где требуется регулирование при постоянной мощности, используют сочетание насоса постоянной производительности и регулируемого гидромотора. Такая комбинация дает возможность осуществить регулирование как при постоянной мощности, так и при постоянном моменте.

Для осуществления возвратно-поступательного или вращательного движения рабочих органов, имеющих небольшую массу и малые скорости движения, используют однопоточные гидросистемы. В тяжелых скоростных машинах для обеспечения безударного реверса и уменьшения потерь мощности применяют двухпоточные гидросистемы.

При использовании в схеме несколько одновременно работающих двигателей исключается их взаимное влияние при различных нагрузках на рабочие органы. Гидравлические устройства с электроуправлением применяются в схемах таким образом, чтобы в случае выхода из строя элементов электросистемы не произошло неконтролируемое движение. Нейтральное положение золотниковых распределителей не должно зависеть от работы других цепей управления и изменения давления в сливных и дренажных магистралях.

Устройство для предотвращения избыточных давлений в системе устанавливается в напорной магистрали насоса. Вся используемая аппаратура для регулирования давления и расхода должна иметь ограниченный диапазон регулирования, исключающий возможность возникновения аварийной ситуации из-за чрезмерных усилий или скоростей.

При параллельном включении в схеме необходимо предусмотреть систему клапанов для возможности демонтажа одного из насосов без остановки остальных. При последовательном включении насосов должна быть предусмотрена защита от перегрузки по давлению одного из насосов.

Устройства блокировки в гидросхеме необходимы в случаях возникновения аварийных ситуаций, например, при падении давления в напорной магистрали насоса, при нарушении последовательности работы аппаратов или в последовательности включения насосов и в ряде других случаев. В тех случаях, когда эти блокировки должны прекращать все операции, необходимо, чтобы внезапная остановка не привела к повреждению машины.

Анализ рынка гидравлического оборудования

В 2009 и в 2010 гг. доминирующую долю в структуре рынка в исследуемый период занимало гидравлическое оборудование отечественного производства, объем которого в 2009 г. составил порядка 70 % от объема рынка, в 2010 г. более 80 % от объема рынка [5]. В 2011 г. объем отечественного производства составил примерно 460 млн \$ США, что с учетом возросшей доли импорта составило около 48 %.

Доля импорта в исследуемый период находилась на уровне порядка 28 % в 2009 г., 12 % в 2010 г. и в 2011 г. импорт вырос более чем в 4 раза.

Ведущими игроками российского рынка гидравлического оборудования в исследуемый период являлись отечественные компании ООО «Завод «Омскгидропривод», ОАО «Пневмостроймашина», ОАО «Шахтинский завод Гидропривод». Среди импортных производителей можно выделить компании CATERPILLAR, KOMATSU, BOSCH REXROTH.

Важной особенностью российского рынка гидравлического оборудования является то, что рынок гидравлического оборудования – это рынок комплектных товаров, на его развитие целиком и полностью влияет ситуация на рынках потребителей.

Основными потребителями гидравлического оборудования являются нефтегазовые и нефтеперерабатывающие компании, муниципальная сфера (коммунальная техника, строительство дорог), авиа- и автомобилестроение, сельскохозяйственная техника, строительные компании, машиностроение и лесозаготовительная промышленность.

Выводы

Объем рынка импорта гидравлических компонентов и готовых изделий в России в 2016 г. превысил 50 млрд руб., это – огромная ниша, которую способны занять отечественные производители гидроавтоматики и гидроприводов.

Основными проблемами, с которыми сталкиваются российские производители гидравлического оборудования, являются: узкая линейка выпускаемой продукции, ее недостаточно высокое качество, нехватка специалистов, которую ощущает отрасль, и отсутствие высококвалифицированного персонала для выполнения работ по НИОКР, острая необходимость в техническом перевооружении.

Библиографический список

1. *Лемберг М. Д.* Элементы гидроавтоматики. М.; Л.: Государственное энергетическое издательство, 1962. 128 с.
2. *Кондаков Л. А.* Рабочие жидкости и уплотнения гидравлических систем. М.: Машиностроение, 1982. 236 с.
3. *Башта Т. М.* Гидропривод и гидропневмоавтоматика. М.: Машиностроение, 1972. 320 с.
4. *Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б.* Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов. 2-е изд., перераб. М.: Машиностроение. 1982. 423 с.
5. Маркетинговое исследование и анализ рынка гидравлического оборудования. 2013.

УДК 629.735

К. А. Осипов

ученик 10 В класса ГБОУ Гимназии № 295

К. М. Буров, Д. Л. Подошкин, Д. А. Чукин – магистранты кафедры электромеханики и робототехники – научные руководители

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Введение

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – летательный аппарат, совершающий перелеты без экипажа на борту и координируемый автоматически или человеком с пункта управления.

На сегодняшний день БПЛА являются одним из самых активно продаваемых товаров на мировом рынке, а также представляют собой важную составляющую часть вооруженных сил многих развитых стран. Рост популярности БПЛА произошел после окончания Второй мировой войны с развитием систем навигации и связи и продолжается до сих пор. Сейчас изобретаются новые технологии, производится огромное количество БПЛА более чем в 50 странах мира: от маленьких гражданских дронов до огромных истребителей-бомбардировщиков. В основном конструкции, используемые в беспилотной авиации, взяты из пилотируемой.

Основная классификации беспилотных летательных аппаратов

1. Беспилотные летательные аппараты самолетного типа.

У данного типа подъемная сила, обеспечивающая полет, создается, как и у самолетов, аэродинамическим способом за счет напора воздуха, действующего на неподвижное крыло. Для аппаратов такого типа характерна большая длительность полета, большая максимальная высота полета и высокая скорость. БПЛА данного типа могут различаться по форме крыльев и корпуса. Самым простым в изготовлении примером данного типа БПЛА является планер.

2. Беспилотные летательные аппараты вертолетного типа.

На сегодняшний день вертолетный тип, или мультикоптер, является самым распространенным и наиболее популярным среди населения. Мультикоптеры – летательные аппараты, с конструкцией, построенной по вертолетной схеме, с тремя и более несущими винтами. Самые известные мультикоптеры – это трикоптер с тремя винтами и квадрокоптер с четырьмя винтами. Управление осуществляется путем изменения скорости винтов. При ускорении вращения винтов осуществляется подъем, при замедлении – спуск. Движение в сторону осуществляется увеличением скорости с одной стороны и уменьшением с другой.

3. Беспилотные летательные аэростатического типа.

В БПЛА аэростатического типа подъемная сила создается за счет архимедовой силы, действующей на баллон, заполненный газом или нагретым воздухом, плотность которого меньше плотности окружающего воздуха. Этот класс представлен в основном беспилотными аэростатами. Преимущества БПЛА этого типа – большая грузоподъемность и дистанция перелетов, возможность долго находиться над землей, более высокая надежность, чем у самолетного типа, из-за невозможности развития больших скоростей, аэростатам не требуется взлетно-посадочная полоса.

4. Беспилотные конвертопланы и гибридные модели.

Этот класс летательных аппаратов является гибридным между самолетным и вертолетным типом. Самые известные представители данного типа – автожиры и конвертопланы. Автожир – аппарат, схожий с самолетом, у которого вместо крыла или вместе с ним установлен произвольно вращающийся несущий винт, создающий благодаря набегающему потоку воздуха подъемную силу. Также для набора горизонтальной скорости на автожиры устанавливается воздушный винт. Преимущества автожира – для взлета и посадки им не требуется большой пробег, они безопаснее самолетного и вертолетного типа: потеря скорости для них не так критична, как для самолетов, а в случае отказа мотора, автожир не падает как вертолет, а начинает планировать. Конвертоплан – летательный аппарат с крыльями, создающими подъемную силу в полете, и поворотными винтами, которые на взлете и при посадке работают как несущие, а в горизонтальном полете являются воздушными. Конвертоплан ведет себя как

вертолет при взлете и посадке, и как самолет в горизонтальном полете. Среди конвертопланов выделяют три типа: с поворотным крылом, с поворотными винтами, со свободным крылом [1].

Применение беспилотных летательных аппаратов

1. Военное применение.

Впервые в военных целях БПЛА были применены Австрией во время революции 1848–1849 гг. против Венеции. По предварительному плану аэростаты с бомбами должны были по ветру долететь до Венеции и в расчетный момент времени часовой механизм должен был сбросить бомбы на город. Однако данная операция не завершилась успехом. Во время первой попытки аэростаты сбились с курса и не достигли цели, а во время второй и третьей попытки цель была поражена, но урон был незначительным [2].

Сейчас БПЛА могут использоваться для дистанционного ведения активных боевых действий: нанесение ударов по наземным целям и перехват воздушных целей, поддержка сухопутных войск, охрана военных объектов. Также БПЛА часто используют для мониторинга ситуации и в разведывательных целях [3].

Преимущества БПЛА в боевых действиях:

- Снижение человеческих потерь
- Возможность разведки труднодоступной местности
- Моментальная передача информации в штаб командования
- Возможность преодолевать большую нагрузку и температуры

2. Гражданское применение.

В наши дни дроны стали доступны не только официальным структурам, но и обычным людям. Владельцами этих беспилотных авиамodelей может стать каждый желающий. Особенно популярны дроны среди подростков. В некоторых случаях воздушные развлечения могут вызвать некоторые проблемы. Во-первых, дроны проникают на запрещенную территорию. Во-вторых, беспилотники могут создавать аварийные ситуации, пролетая близко от воздушных судов, или создать препятствие вертолетам при тушении лесных пожаров [4].

Чтобы избежать проблемных ситуаций, в феврале 2020 г. были внесены Поправки в закон о БПЛА. Согласно закону можно летать на высоте не более 150 м. Если авиамodelь весит более 250 г и до 30 кг, то она подлежит регистрации. План полета подлежит согласованию, если модель весит более 30 кг. Запрещено летать в диспетчерских зонах, вблизи аэропорта или охранной зоны, над массовыми мероприятиями [5].

В данной сфере БПЛА могут выполнять очень много функций. Метеорологи для изучения атмосферы используют метеозонды, которые помогают определить атмосферное давление, температуру и влажность воздуха, и другие параметры. БПЛА помогают картографам изучать местность. Службы спасения используют данную технику для мониторинга чрезвычайных ситуаций, помощи в поиске людей, помощи в координации во время спасательных операций. Кроме того, БПЛА используют для охраны частных объектов. Также аэростатический тип БПЛА используют как рекламные щиты. Однако БПЛА, главным образом, используют для аэрофотосъемки. Данную технологию используют режиссеры в современном кинематографе, федеральные каналы – для съятия какого-либо видеоматериала, а также применяется в любительской съемке. На данную функцию и ориентируются продавцы гражданской беспилотной техники, оснащая свои товары камерами с более высоким разрешением [6].

Перспективы развития беспилотных летательных аппаратов

Производство БПЛА является частью авиационной промышленности. Данная отрасль развивается быстрыми темпами. В наши дни применение БПЛА не ограничивается только военной сферой. Довольно часто дроны стали использоваться и в повседневной жизни.

Сейчас исследуются новые способы управления и ориентирования БПЛА. Китайская компания пустила в массовое производство и продает квадрокоптеры под названием «Firefly Drone», управление которым осуществляется отслеживанием положения контроллера на руке, как гироскоп.

Развивается применение БПЛА в сфере транспортировки товаров: американская компания Flirtey используют на практике курьерские дроны [7] Также в Австралии, Швейцарии, Сингапуре, Украине практикуют доставку почты дронами. Следующим шагом в данной сфере будет возможность осуществлять региональные и международные перевозки по заранее заданному маршруту [8].

Для развития данной области необходимо:

- Увеличение прочности дронов для работы в любых погодных условиях.
- Увеличение грузоподъемности для возможности отправки товаров большей массы.
- Увеличение дальности полета для возможной торговли на больших расстояниях.

Также в будущем возможно внедрение БПЛА в работу правоохранительных органов. Сейчас они используются спасателями, но в будущем они могут выполнять следующие задачи:

- Фиксация правонарушений: дроны могут облетать улицы, а трансляция будет отправляться в полицейский участок, при виде нарушения человек, смотрящий запись дрона, будет отправлять сотрудников для задержки правонарушителей, также дрон может фиксировать выполнение операций по задержанию.
- Помощь в преследовании преступников: дрон может помогать в поиске преступников, которым удалось сбежать во время задержания, и координировать полицейских для их поимки.
- Помощь в поиске преступников: дрон может облетать улицы в поисках преступника по фотороботу, сканируя лица прохожих, как, например, Face ID, установленный в технике apple.

Заключение

Развитие технологий в наши дни идет быстрым темпом. Разработка и совершенствование БПЛА не является исключением. Это связано с неоспоримыми достоинствами применения БПЛА в определенных условиях и ситуациях. На сегодняшний день разрабатывают и выпускают более 600 видов БПЛА в более чем 50 странах. 6 стран обладают полной технологией производства БПЛА, и Россия в их числе. Вопросы применения БПЛА для обеспечения безопасности выходят на первый план [9].

Библиографический список

1. Геоскан Пионер. URL: <https://pioneer-doc.readthedocs.io/ru/master/database/const-module/classification/classification.html> (дата обращения: 23.03.2021).
2. Finding Dulcinea. URL: <http://www.findingdulcinea.com/news/on-this-day/July-August-08/On-this-Day--Austria-Rains-Balloon-Bombs-on-Venice.html> (дата обращения: 23.03.2021).
3. Альбатрос. URL: <https://www.alb.aero/about/articles/primenenie-bpla-v-usloviyakh-boevykh-deystviy/> (дата обращения: 23.03.2021).
4. Доклады на тему. URL: <http://www.doklad-na-temu.ru/tehnologiya/drony.htm> (дата обращения: 23.03.2021).
5. Правительство Российской Федерации. Постановление. О внесении изменений в Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации. 03.02.2020. С. 2.
6. *Бескровный К. И.* Исследование и разработка программного комплекса управления БПЛА при мониторинге промышленных объектов. 2017. П. 4.
7. RoboTrends. URL: <http://robotrends.ru/pub/2111/flirtey---kurerskie-drony-v-massy> (дата обращения: 23.03.2021).
8. RoboTrends. URL: <http://robotrends.ru/robopeedia/dostavka-pochty> (дата обращения: 23.03.2021).
9. *Ширяев Н. А.* Развитие беспилотных летательных аппаратов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. С. 67–69.

УДК 621.316

А. Д. Очередин

магистрант кафедры электромеханики и робототехники

С. В. Солёный – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Электроснабжение потребителей неотъемлемо связано с системой управления надежностью в электроэнергетике и прежде всего в исключении возникновения аварийных ситуаций, способных привести к гибели персонала и выходу из строя технического оборудования. Наиболее важной задачей в этом направлении является защита сетей предприятий нефтеперерабатывающей отрасли.

Существует несколько видов устройств, применяемых для защиты подобных систем, каждое из которых имеет свой принцип работы в зависимости от места установки устройства в схеме, его назначения и условий эксплуатации.

Одним из основных мероприятий по повышению надежности систем электроснабжения объектов является внедрение или усовершенствование релейной защиты – комплекса устройств, предназначенных для быстрого, автоматического (при повреждениях) выявления и отключения от электроэнергетической системы поврежденных элементов этой электроэнергетической системы (ЭЭС) в аварийных ситуациях с целью обеспечения нормальной работы всей системы.

В основе эффективных средств релейной защиты лежит принцип непрерывной оценки и контроля технического состояния всех элементов энергетической системы.

Релейная защита (РЗ) позволяет осуществлять постоянный контроль состояния всех элементов электроэнергетической системы и автоматически реагирует на возникновение повреждений и отклонений в режиме ее работы.

В подобных случаях РЗ выявляет поврежденный участок и автоматически отключает его от ЭЭС, оказывая воздействие на силовые выключатели, размыкающие токи повреждения (короткое замыкание). Наблюдение идет за выделенными «контрольными точками», и если один из элементов вдруг прекращает работу или начинает действовать в неплановом режиме, поврежденный участок отключается от системы с помощью специальных управляющих элементов. Такая система контроля на сегодняшний день наиболее распространена, без нее ни одна система электроснабжения не может работать корректно. При создании подобных систем защиты часто используются современные программируемые микроконтроллеры.

Релейная защита является основным видом электрической автоматики, без которой невозможна нормальная работа энергосистем, она обеспечивает следующие способы защиты:

- дифференциальную;
- дуговую;
- максимальную токовую;
- токовую отсечку;
- защиту минимального напряжения;
- дистанционную;
- дифференциально-фазную (высокочастотную).

Релейная защита и автоматическая настройка измерительного прибора должна выполняться с учетом специальной установки, в задачу которой входит разграничение зоны охвата и срабатывание защитных устройств [1] как на одном, так и на нескольких участках, включая основные и резервные. Следовательно, защищаемый участок обеспечивается несколькими видами защиты, которые усиливают и резервируют общее действие.

Важно, чтобы основные защиты воздействовали на все неисправности в рабочей зоне или на их основную часть. Это обеспечит полную защиту контролируемого участка сети и даст возможность быстрого включения защитных систем при любых неисправностях в сети.

Другие виды защиты, не отвечающие подобным требованиям, следует считать дополнительными, позволяющими осуществлять только ближнее и дальнее резервирование. Ниже приведен пример схемы устройства релейной защиты на предприятии.

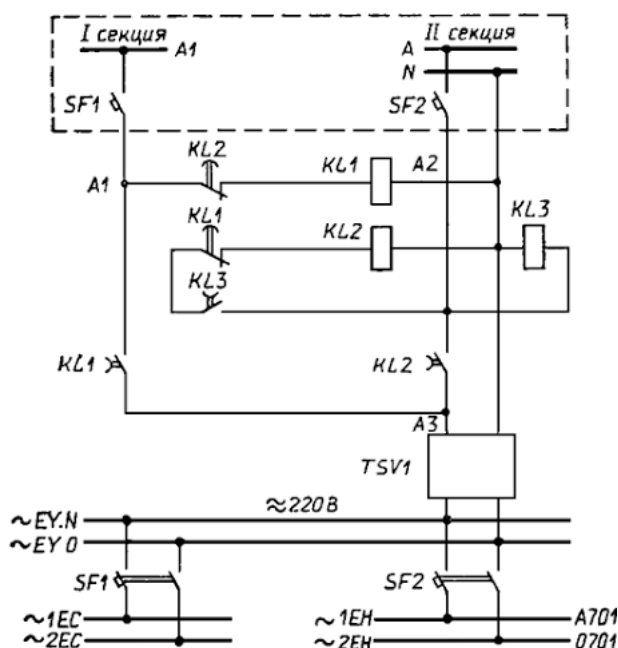


Рис. 1. Схема устройства релейной защиты

В соответствии с ГОСТ для электроприемников объектов обустройства предприятий, в частности, месторождений нефти в районах Крайнего Севера и местностях, приравненных к ним, принимаются I, II и III категории надежности электроснабжения [2], и основным способом обеспечения бесперебойности электричества на подобных предприятиях является применение АВР.

АВР – вид автоматики, обеспечивающий защиту систем электроснабжения и быстрое подключение резервного питания. Достоинствами АВР следует считать:

- максимально быстрое срабатывание при отключении электроэнергии;
- автоматическое отключение, без анализа причин неисправности в электросети.

Важно отметить, что при использовании АВР необходимо учитывать установку блокировки пуска от конкретного вида защиты. Например, при включении дуговой защиты шин происходит блокировка запуска АВР, чтобы предотвратить дальнейшее развитие аварии. Задержка включения необходима для завершения определенных производственных операций.

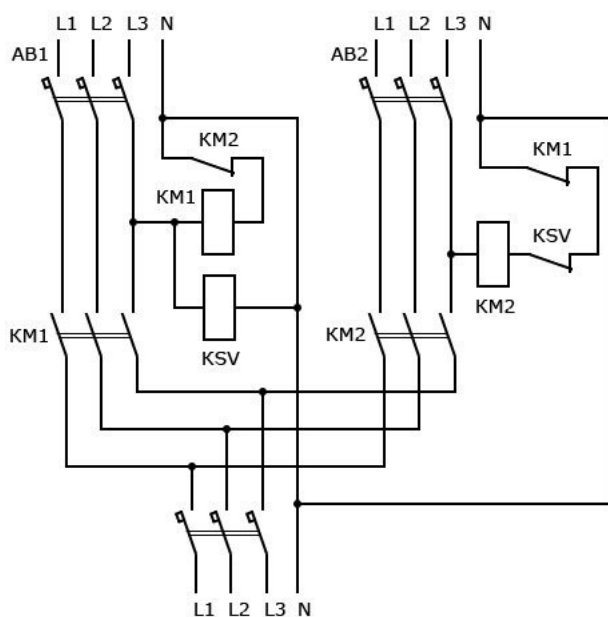


Рис. 2. Схема устройства простейшего АВР трехфазной сети

Для обеспечения непрерывности технологических процессов предлагается усовершенствованная модель пускового устройства адаптивного АВР. Она отличается от известных новым надежным алгоритмом определения аварийного режима для сложных схем добычи нефти с несколькими подстанциями 35/6 кВ и позволяет сохранить непрерывность технологических процессов.

В данной модели предусмотрено пусковое устройство, позволяющее получить 7–15 мс времени реакции и общее время переключения на резервный ввод – не более 65 мс.

Пусковое устройство включает:

- орган минимального напряжения;
- специальное реле направления мощности;
- орган контроля углов сдвига между напряжениями первой и второй секции;
- орган минимального тока.

Пусковое устройство снабжено особым алгоритмом работы реле направления тока.

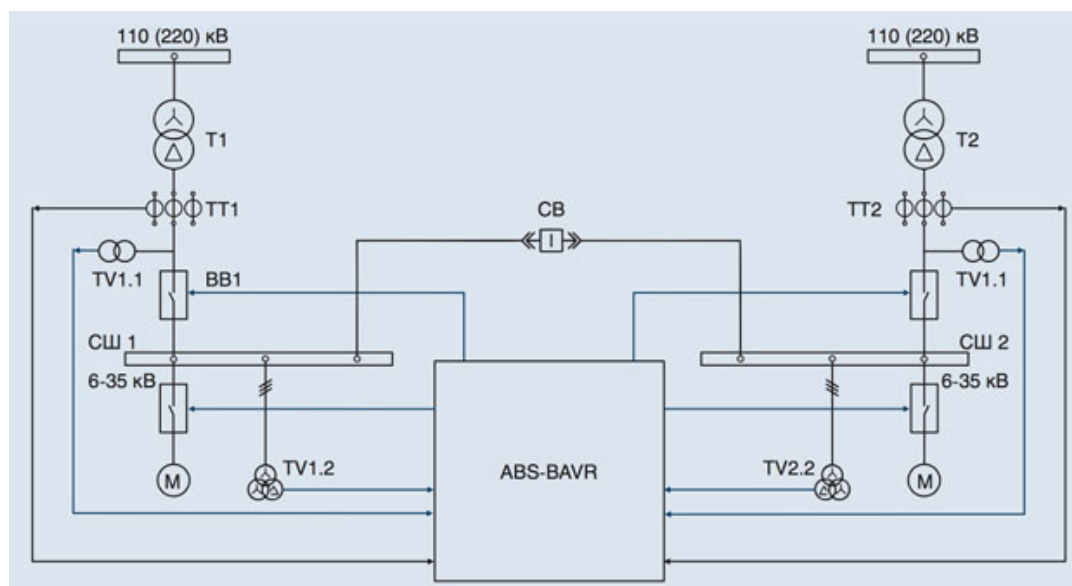


Рис. 3. Быстродействующий блок автоматического ввода резерва

Существующее устройство – БАВР – блок автоматического ввода резерва с ускоренным алгоритмом работы. Особенностью этого реле является отсутствие «мертвой зоны» (зоны нечувствительности) [3] при трехфазных близких КЗ, а также возможность отличать близкие КЗ на шинах от близких КЗ в цепи основного источника питания. Это обеспечивается тем, что дополнительно учитывается напряжение от резервного источника, его влияние задается с помощью коэффициента подпитки. В результате этого, если при близких трехфазных КЗ исчезает напряжение от основного источника, то реле работает селективно под действием напряжения подпитки от резервного источника питания.

В заключение следует отметить, что описанные выше методы являются наиболее популярными видами защиты сетей электроснабжения, доказавшими свою надежность и эффективность при эксплуатации.

Библиографический список

1. Каранетян И. Г. Справочник по проектированию электрических сетей НЦ ЭНАС. 2012. 376 с.
2. URL: https://electric220.ru/news/relejnaja_zashhita_i_avtomatika_sistem_ehlektrosnabzhenija/2017-05-19-1269 (дата обращения: 24.12.2020).
3. Куксин А. В. Релейная защита электроэнергетических систем ИНФРА, 2020. 200 с.

УДК 551.46.077.629.584

Д. Д. Очкасов

студент 3 курса ФСПО

О. А. Качанова, И. А. Кан – магистранты кафедры электромеханики и робототехники – научные руководители

АВТОНОМНАЯ МОБИЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Введение

Цель работы: выяснить, как помогает искусственный интеллект людям с ограниченными возможностями. Разработать автономную с автоматической навигацией платформу для перемещения инвалида в пределах квартиры или дома, управляемой с облака и приложения.

Искусственный интеллект (ИИ) – это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, – понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т. д. Основные свойства ИИ – это понимание языка, обучение и способность мыслить и, что немаловажно, действовать.

Можно считать, что история искусственного интеллекта начинается с момента создания первых ЭВМ в 1940-х гг. С появлением электронных вычислительных машин, обладающих высокой (по меркам того времени) производительностью, стали возникать первые вопросы в области искусственного интеллекта: возможно ли создать машину, интеллектуальные возможности которой были бы тождественны интеллектуальным возможностям человека (или даже превосходили возможности человека).

Более одного миллиарда человек имеют какую-либо форму инвалидности. Это соответствует примерно 15 % населения мира. Глобальная оценка инвалидности растет в связи со старением населения и быстрым распространением хронических болезней, а также из-за улучшения методологий, используемых для измерения показателей инвалидности.

Основными проблемами людей с инвалидностью в России, как и в других странах являются плохое материальное положение, проблемы с поиском работы и трудоустройством, недоступность городской среды для передвижения людей с физическими ограничениями и неприспособленность для них объектов социальной инфраструктуры. Например, в Японии можно встретить достаточно много инвалидов на улицах, а все потому, что городскую среду максимально пытаются приспособить для того, чтобы у особенных людей не возникало проблем с передвижением по городу. На всех японских тротуарах выложена тактильная плитка с рифлением, которая является ориентиром для незрячих. На улицах столичного мегаполиса вы не найдете высоких бордюров, мешающих движению инвалида-колясочника.

Для людей с ограниченными возможностями намного тяжелее даются простые, как нам кажется, вещи. Начиная с подъема с кровати заканчивая, перемещением по квартире. В данной статье представлена система для передвижения человека с ограниченными возможностями в пределах помещения, с возможностью удаленного управления с мобильного устройства или веб-клиента.

Архитектура системы

Архитектура системы состоит из четырех основных блоков: автономной платформы, облачного сервера, веб-клиента в клиентском устройстве и приложения в мобильном устройстве.

Автономная платформа может быть выполнена в виде кресла для размещения человека с ограниченными возможностями и имеет в своем составе колесную базу с электродвигателями, вычислительный модуль (Intel NUC, Nvidia Jetson и т. д.), 2D LIDAR для построения двухмерной карты помещения, связку микроконтроллеров для управления электродвигателями колес, получения данных с датчиков скорости и расстояния.

Облачный сервис состоит из модуля приема и отправки данных, шины данных, сервера, модуля обработки данных карты помещения, маршрута и местоположения платформы, модуля данных с датчиков, модуля работы с базой данных, для возможности логирования всей получаемой с платформы информации.

Клиентская система позволяет подключаться к облаку через браузер и состоит из модуля авторизации, модуля управления платформой, модуля отображения данных с датчиков, модуля отображения карты и маршрута платформы.

Мобильная система предоставляет возможность подключения к автономной платформе по Bluetooth. Состоит из модуля приема и отправки данных, модуля авторизации, модуля управления платформой.

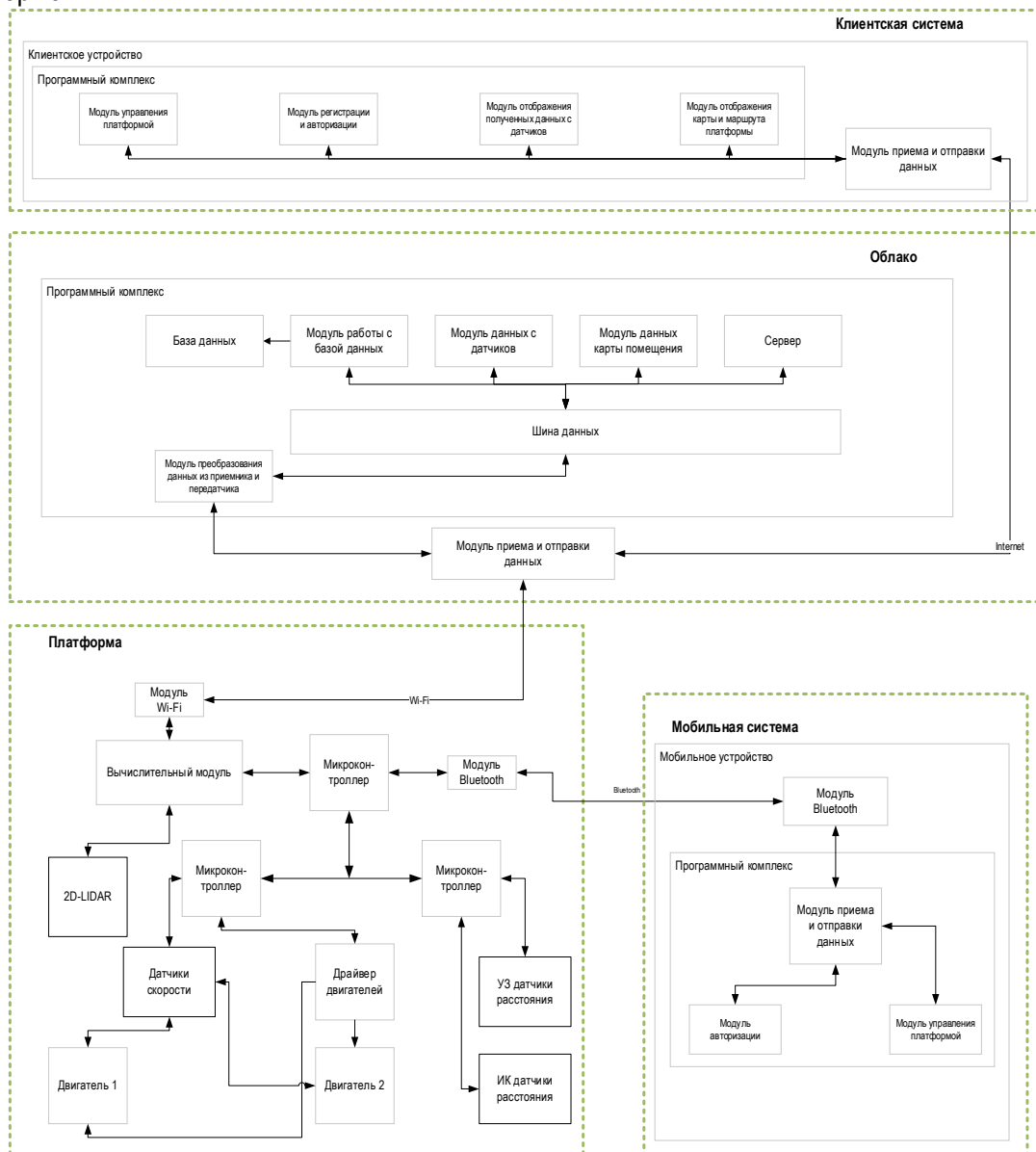


Рис. 1. Архитектура системы

Принципы работы системы

Для эффективного управления платформой необходимо осуществить выполнение следующих действий: получение и анализ данных о текущем местоположении платформы, пользователь системы задает точку на карте помещения, куда необходимо переместить платформу, автономная платформа, используя данные с датчиков, LIDARa, выполняет перемещение в указанную точку.

Вычислительный модуль платформы использует данные одометрии, показания LIDARa и алгоритмы SLAM (англ. simultaneous localization and mapping – одновременная локализация и построение

карты) для построения карты помещения и маршрута до указанной пользователем точки. Можно использовать open-source алгоритмы, например, встроенные в Robot Operating System (ROS). Далее вычислительный модуль отдает команды микроконтроллерам для движения платформы, и в режиме реального времени отслеживает показания сенсоров с целью избегания столкновения с окружающими предметами.

Пользователи системы могут осуществлять удаленное управление платформой через веб-интерфейс по сети Internet и через мобильное приложение через Bluetooth.

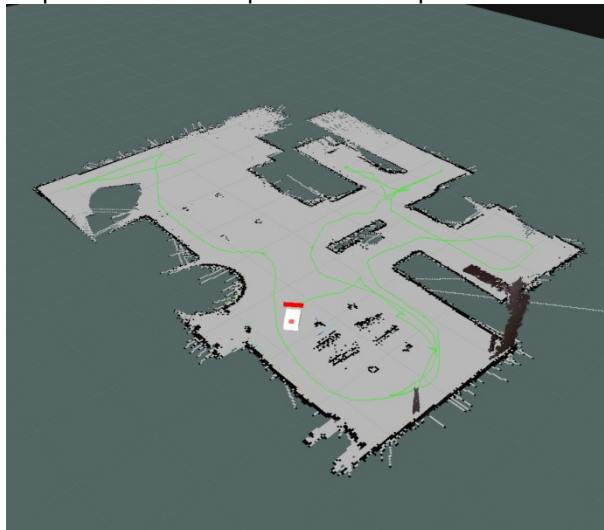


Рис. 2. Пример визуализации карты помещения и маршрута платформы

Заключение

Представленная в данной статье автономная платформа может помочь некоторым категориям людей с ограниченными возможностями перемещаться по дому, не применяя физическую силу, а также облегчить уход за ними лицам, осуществляющим опеку.

Библиографический список

1. SLAM/Технологии/ROBOCRAFT. URL: <http://robocraft.ru/blog/technology/724.html> (дата обращения: 27.03.2021).
2. Mapping and navigation on Turtlebot. URL: http://wiki.ros.org/rtabmap_ros/Tutorials/MappingAndNavigationOnTurtlebot (дата обращения: 26.03.2021).
3. Юревич Е. И. Управление роботами и робототехническими системами. СПб.: БХВ-Петербург. 2000. 252 с.

УДК 530.12:531.51

А. К. Павлюченко

ученик 356 школы с углубленным изучением английского и немецкого языков

Т. С. Медведь – магистр кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель**ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ И ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ****Темная энергия**

Темная энергия – это теоретический вид энергии, который действует против гравитации, введенный в математическую модель Вселенной для объяснения наблюдаемого ее расширения с ускорением. Несмотря на множество косвенных доказательств ее существования, никто так и не смог напрямую доказать существование темной энергии или объяснить ее происхождение.

Существует три варианта объяснения сущности темной энергии:

- темная энергия это космологическая постоянная, константа, которая представляет собой неизменную энергетическую плотность, равномерно заполняющую пространство Вселенной;
- темная энергия есть некий первоэлемент – динамическое поле, энергетическая плотность которого может меняться во времени и пространстве;
- темная энергия – это более сложная вариация гравитации, которая преобладает на расстояниях порядка размера видимой части Вселенной.

Достаточно надежно установлено, что физическим носителем темной энергии являются некие слабовзаимодействующие частицы. Сейчас определяются некоторые свойства этих частиц, например, что у них есть масса, а движутся они намного медленнее света. Однако они никогда еще не были зарегистрированы искусственными детекторами [1].

Еще во второй половине XX в. ученые обнаружили свидетельства существования невидимой темной материи, поскольку чего-то не хватало для объяснения движения звезд внутри галактик. Темная материя, по их мнению, составляла до 27 % общей массы-энергии Вселенной (для сравнения: масса-энергия обычной материи – всего 5 %). Наблюдения за взрывами белых карликов в двойных системах, так называемых сверхновых в 1990-е гг. привели ученых к заключению, что существует и третий компонент, темная энергия, и она составляет 68 % космоса и отвечает за ускорение расширения. В дальнейшем эта информация была подтверждена рядом других исследований, которые включали в себя измерение реликтового излучения, гравитационное линзирование и нуклеосинтеза Большого Взрыва.

В течение всего времени с момента открытия было обнаружено, что в галактиках, расстояние до которых было определено по закону Хаббла, а это соотношение между расстоянием и величиной красного смещения, сверхновые имеют яркость ниже полагающейся. Где красное смещение – это явление, при котором длина волны электромагнитного излучения для наблюдателя увеличивается относительно длины волны излучения источника. Также красным смещением называется безразмерная величина.

Иными словами, вычисленное расстояние до этих галактик оказывается больше расстояния, вычисленного на основании ранее установленного значения параметра Хаббла. Согласно этому был сделан вывод, что Вселенная расширяется с ускорением [2].

Вселенная действительно расширяется: галактики удаляются друг от друга, пространство простирается во всех направлениях, и чем дальше от нас находится конкретная галактика, тем быстрее она удаляется от нас. Сегодня скорость этого расширения невелика: все расстояния удвоятся примерно через 15 млрд лет, но раньше скорость расширения была гораздо больше – плотность материи во Вселенной со временем уменьшается, и на основании этого в будущей Вселенной выводится теория существования неизвестного типа энергии отрицательного давления – темной энергии.

Отрицательное давление можно наблюдать в уравнении состояния:

$$P = \omega \cdot \varepsilon,$$

где ε – плотность энергии среды; ω – параметр отношения давления к плотности энергии.

Только при $\omega < \frac{1}{3}$ существует отрицательная гравитация, поэтому исключительно при таком условии происходит ускорение расширения вселенной, это свидетельствует о том, что природа темной энергии – это либо вакуум, либо фантомная энергия, либо одна из природных энергий.

Природа темной энергии является предметом многочисленных споров среди ученых. Но единственное, что действительно может помочь в ее поисках – это знание о ее однородности, которое наполняет все пустое пространство, и гипотетической плотности темной энергии (около 10^{-29} г/см³).

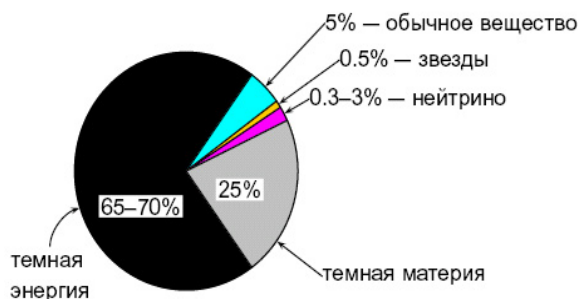


Рис. 1. Диаграмма состава Вселенной

Существует несколько различных теорий последствий действия темной энергии:

1. Если ускоряющееся расширение Вселенной будет продолжаться бесконечно, то в результате галактики на расстоянии за пределами 200 млн световых лет от нашей галактики рано или поздно выйдут за горизонт событий, не будут влиять на наблюдателя, и станут для нас невидимыми, потому что их относительная скорость превысит скорость света. Это в свою очередь ведет к искривлению пространства, следуя специальной теории относительности. В конечном итоге наша галактика и все вокруг придет в состояние тепловой смерти – перехода Вселенной к максимальному значению термодинамической энтропии.

2. Другая гипотеза предполагает, что фантомная энергия – вид темной энергии, для которого характерно уравнение состояния с $\omega < -1$, приведет к «расходящемуся» расширению. Это подразумевает, что расширяющая сила действия темной энергии продолжит неограниченно увеличиваться, пока не превзойдет все остальные силы во Вселенной, что приведет к разрыву всех гравитационно-связанных структур Вселенной, после чего она выйдет за пределы сил электростатических и внутриядерных взаимодействий, разорвет атомы, ядра и нуклоны и уничтожит Вселенную.

3. Темная энергия может со временем рассеяться и даже изменить свою природу. В этом случае гравитация приведет к «большому сжатию» Вселенной. Некоторые сценарии предлагают «периодическую модель» Вселенной, в которой она будет непрерывно сжиматься и снова расширяться бесконечное количество раз. Хотя эти гипотезы еще не были подтверждены наблюдениями, они не были полностью отвергнуты [3].

На данный же момент Вселенная не подвержена сильным воздействиям темной энергии, поэтому у человечества есть возможность все изучить и направить эти знания в нужное нам русло.

Темная материя

Темная материя же похожа на обычное вещество в том смысле, что она способна собираться в сгустки и участвует в гравитационных взаимодействиях так же, как обычное вещество. Скорее всего, она состоит из новых, не открытых еще в земных условиях частиц.

Принято условно разделять темную материю на три сорта в зависимости от скоростей движения частиц, составляющих ее: холодная, теплая и горячая. В первом случае скорости движения частиц сравнимы со скоростями движения объектов, состоящих из обычной материи, – звезд и галактик. В третьем случае скорости очень близки к скорости света. Второй случай носит промежуточный характер. Очень вероятно одновременное существование нескольких сортов частиц темной материи, обладающих различной массой и различными характерными скоростями.

Как правило, в кластерах темная материя и обычная материя распределены довольно симметрично. В сталкивающихся скоплениях обычная материя и темная материя пространственно-разделены. Дело в том, что если темной материи нет, то большая часть скоплений «сидит» в плазме. При

взаимодействии в плазме возникают ударные волны. Эта часть вещи почти останавливается, а это значит, что галактики спокойно летят друг над другом. Таким образом, в таком случае распределение массы будет следовать распределению плазмы, которое можно наблюдать в рентгеновском диапазоне. Если темная материя существует и составляет большую часть массы, то большая часть будет сосредоточена в галактиках. Поэтому карта распределения поверхностной плотности будет лучше соответствовать оптическому изображению галактики, а не рентгеновскому изображению облака горячей плазмы. Важно только получить массовое распределение из наблюдений. Для решения этой сложной задачи нужно использовать линзирование.

Свет далеких фоновых галактик, проходя через скопление, испытывает влияние гравитационного потенциала. Изображения далеких галактик искажаются. Анализируя эти искажения, можно построить карту распределения массы в скоплении, именно это и было сделано авторами работы.

Впервые проблема о скрытой массы и возможном существовании темной материи была поднята в 1922 г. британским и голландским астрономами Джеймсом Джинсом и Якобусом Каптейнем. Исследуя движение звезд в Галактике, они пришли к выводу, что подавляющую часть вещества в ней нельзя увидеть. Впоследствии множество других наблюдений за нашей и другими галактиками подтвердили это предположение, при этом параметры невидимой материи в целом согласовывались между собой, несмотря на разницу в методах и объектах наблюдения. Альтернативный подход объяснения темной материи был предложен г. немецким физиком-теоретиком Кристофом Веттерихом в 1987 г. Веттерих выдвинул версию, что темная энергия – это своего рода частицы подобные возбуждения некоего динамического скалярного поля, называемого «квинтэссенцией». Отличие от космологической константы, или иначе энергия вакуума, в том, что плотность квинтэссенции может варьироваться в пространстве и времени. Чтобы квинтэссенция не была способна формировать крупномасштабные структуры по примеру обычной материи – звезды и т. д., она должна быть очень легкой [4].

На данный момент никаких свидетельств существования квинтэссенции не было обнаружено, но исключить такое существование нельзя. Некоторые ученые полагают, что наилучшим доказательством в пользу существования квинтэссенции явились бы нарушения принципа эквивалентности Эйнштейна и вариации фундаментальных констант в пространстве или времени [1].

В настоящее время ученые пытаются искусственно получить частицы темной материи в земных условиях, используя специально разработанное сверхтехнологичное оборудование и множество различных методов исследования. Один из методов включает эксперименты с высокоэнергетическими ускорителями, широко известными как коллайдеры. Ученые, учитывая, что частицы темной материи в 100–1000 раз тяжелее протонов, предполагают, что они должны будут родиться при столкновении обычных частиц, ускоренных коллайдером до высоких энергий.

Сейчас большинство физиков сейчас испытывают воодушевление, так как опыт показывает, что все загадки, которые ставила перед человечеством природа, рано или поздно находили логическое решение. Несомненно, на загадку о темной материи и темной энергии в конечном итоге будет получен ответ. И это наверняка принесет совершенно новые знания и понятия, о которых мы пока не имеем никакого представления, а также может разрушить привычные нам законы и открыть новый взгляд на процессы в мире.

Библиографический список

1. Рубаков В. А. Темная материя и темная энергия во Вселенной. URL: <http://www.bestreferat.ru/referat-278871.html> (дата обращения: 27.03.2021).
2. Википедия. Темная материя. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%> (дата обращения: 28.03.2021).
3. Хокинз С. У. Черные дыры – окна в другие Вселенные. URL: <http://stuki-druki.com/facts1/Stephen-Hawking-chernie-diri-okna-v-drugie-Vselennie.php> (дата обращения: 27.03.2021).
4. Chimento L., Forte M., Lazkoz R. Internal Space Structure Generalization of the Quintom Cosmological Scenario // Phys. Rev. 2009. Vol. D79. P. 43–50.

УДК 004.056

А. В. Пахотов

студент кафедры технологий защиты информации

С. В. Беззаттев – доктор технических наук, доцент – научный руководитель**СЕГМЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ**

Насаждение интернет вещей стало больше за счет быстрых технических открытий и развитие Интернета, смартфонов, беспроводных сетей, электронных компонентов и обработки данных. На практике IoT-системы обычно состоят из сети умных устройств и облачной платформы, к которой они подключены. К ним примыкают системы хранения, обработки и защиты, собранных датчиками данных.

Интернет вещи набирают обороты и проникают во все сферы деятельности человека. В пятерку самых актуальных, где задействовано большая часть людей сфер, где используется интернет вещи вошли: торговля, производство, транспорт, госструктура. На рис. 1 показано, сколько используется интернет вещей за последние три года в миллиардах [1].

Сегмент	2018	2019	2020
ЖКХ	0,98	1,17	1,37
Охранные системы	0,83	0,95	1,09
Добыча ископаемых	0,33	0,4	0,49
Медицина	0,29	0,36	0,44
Торговля	0,21	0,28	0,36
Транспорт	0,06	0,07	0,1

Рис. 1. Сегмент использования интернет вещей, млрд

Интернет вещи – это очень большое количество устройств на превышающих число персональных компьютеров, ноутбуков и смартфонов. Кроме того, безопасностью интернет вещей продолжительно долгое время никто не брался всерьез воспринимать.

Специалисты из Майкрософт, после изучения проблем кибербезопасности интернет вещей выявили самые актуальные. Огромное количество плохо защищенных устройств облегчает DDos-атаку.

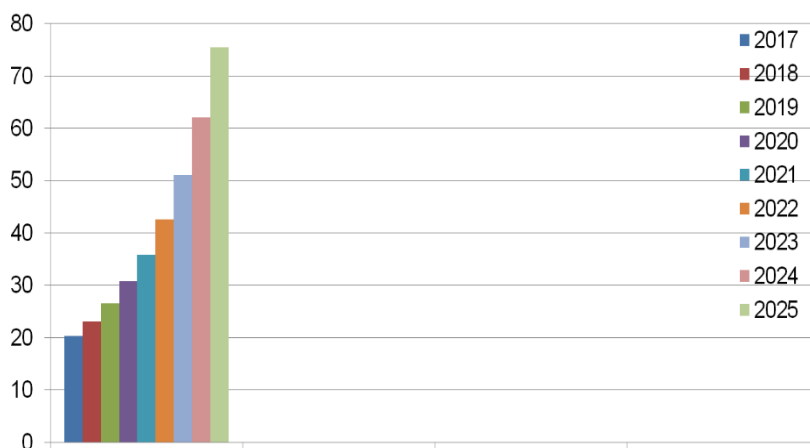


Рис. 2. Динамика подключенных устройств, млрд

Также актуальность проблеме добавляет появление 5G сети, которая в будущем обеспечит гораздо большую скорость передачи информации и существенно увеличит количество интернет вещей, атаки будут производиться все более мощнее.

Еще одна цель для злоумышленников – облачные провайдеры, информация в которых получена с датчиков интернет вещей [2].

Безопасность интернет вещей

Для повышения и обеспечения надежной безопасности интернет вещей применяют следующие механизмы: Безопасность связи, защита устройств, контроль устройств, контроль взаимодействия в сети.

Одним из обязательных пунктов в обеспечении наилучшей безопасности интернет вещей является защита девайсов, которая во многом заключается в защите целостности кода и конфиденциальности. Также нужно учитывать необходимость гарантий безопасности запуска кода, которая подразумевает под собой – криптографическая подпись, или электронную подпись. После чего, требуется и специальная защита в процессе выполнения кода, позволяющая не допустить его переписывания различными хакерскими программами [3].



Рис. 3. Описание проблемы

Криптографическая подпись удостоверяет, что код не был переписан или взломан, а потому остался нетронутым и полностью безопасным. Реализация защиты кода, а также информации в целом, может быть осуществлена на уровнях application и firmware. Чтобы вся система оставалась безопасной, важно, чтобы все подключаемые устройства могли запускать только подписанный, а значит, полностью надежный код.

Устройствам, девайсам и интернет вещам также требуется защита и на других этапах работы. На этих этапах можно воспользоваться хостовой защитой, обеспечивающая харденинг. Она дает ресурс, который позволяет разграничивать доступ, контролировать подключения, защищать от вторжений и обеспечивать безопасность, основываясь на поведении и репутации пользователя.

Но, как и везде, есть свои недостатки и минусы, так, например, даже использование качественной защиты нельзя быть точно уверенным на 100 %, гарантировать отсутствие уязвимостей: устройства требуется постоянно патчить, и обновления, что занимает определенное время, но это позволит быть уверенным в девайсе. Но и это приводит к изменению кода, вследствие чего злоумышленники получают возможность находить новые проблемы в нем [4].

Именно поэтому необходимо постоянно следить и контролировать гаджеты и управлять ими удаленно, чтобы пользователь всегда использовал только защищенное и безопасное оборудование.

Любые меры, которые принимают по защите рано или поздно теряют свою востребованность и надежность, поэтому обязательно нужно анализировать безопасность всей системы IoT и отдельных устройств в ее составе. Системы аналитики из передовых компаний IT должны лучше воспринимать сеть в целом, видеть ее особенности и недостатки, замечать подозрительные и опасные аномалии.

Безопасность интернета вещей стала первой сферой использования блокчейн-технологии. Эта технология позволяет сберегать протоколы обмена и выдавать проанализированную информацию о взаимодействии устройств IoT в децентрализованной системе. Распределенная архитектура блокчейна позволяет обеспечить более высокую безопасность IoT-системы: даже если часть устройств будет уязвима для взлома, это не скажется на работе системы в целом. Распределенная модель системы обеспечивает и дает возможность избавиться от взломанного устройства без ущерба для взаимодействия между «здоровыми» объектами.

В контексте безопасности блокчейн может использоваться в сферах, где IoT развивается наиболее интенсивно. Например, это управление аутентификацией, проверка работоспособности разных сервисов, обеспечение неделимости информации и т. д. На сегодняшний день главная задача, которую поставили перед собой специалисты, – разработка на основе блокчейн-технологии распределенной базы данных и протокола обмена информацией между IoT-устройствами [5].

В табл. 1 приведены устройства, которые представляют собой программно-аппаратные комплексы [6].

Таблица 1

Сравнительный анализ сетевого шифрования для интернета вещей

<i>Сетевое шифрование</i>	<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
АПКШ «Континент»	Данный продукт отличается низкой задержкой и высокой пропускной способностью, благодаря тому, что у этого модуля имеется криптоускоритель. Также стоит отметить и то, что функция сжатия трафика и автоматическая настройка туннелей L2 присутствует	К недостаткам данного продукта стоит отнести высокие накладные расходы при передаче трафика, стоит отметить и ручное конфигурирование сети, в том числе и установку туннелей L3
Diamond VPN/FW	Серия комплексов, которые предоставляют пользователю высокую пропускную способность на длинных пакетах и автоматическое управление ключами	Недостатков у данного продукта предостаточно, а именно такие как большая вносимая задержка, падение производительности на коротких пакетах, и стоит отметить неудобную документацию
C-Терра Шлюз и Шлюз 10G	Линейка шлюзов зарекомендовала себя, как криптографическую гибкость, мощные и удобные средства управления, а самое главное невысокую цену	Но как и везде, присутствуют минусы, а именно сложное управление, слабую производительность, ограниченную совместимость с сетями L2
VIPNet Coordinator HW	Это семейство устройств, радует пользователя гибкостью в конфигурации защищенной сети, обеспечивает средства отказоустойчивости и небольшие накладные расходы в L3	К минусам можно отнести следующие, а именно то, что ручная настройка сегментов L2, ручное управление ключами, ограниченная защита от физического вскрытия

Библиографический список

1. Почему интернет вещей еще не взлетел и какое влияние он окажет на мир. URL: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=216422> (дата обращения: 17.09.2020).

2. Общие сведения о безопасности интернета вещей. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/overview/internet-of-things-iot/iot-security-cybersecurity/> (дата обращения: 17.09.2020).
3. Как обезопасить интернет вещи? URL: <https://rb.ru/story/loT-security/> (дата обращения: 19.09.2020).
4. Информационная безопасность интернета вещей. URL: <https://center2m.ru/informatcionnaya-bezopasnost-veschey> (дата обращения: 05.10.2020).
5. Совместная безопасность: подход к решению проблем Интернет-безопасности. Internet Society, апрель 2015 г. URL: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2015/10/report-InternetOfThings-20151221-ru.pdf> (дата обращения: 05.10.2020).
6. Устройства для сетевого шифрования: преимущества и недостатки. URL: <https://ib-bank.ru/bisjournal/post/1210> (дата обращения: 06.10.2020).

УДК 614.314.6

А. Е. Погребняк

студент кафедры электромеханики и робототехники

А. А. Мартынов – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ГЕНЕРАТОРЫ ПРИЛИВНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Введение

Приливная электростанция – это специализированный тип гидроэлектростанции, использующий приливную энергию. Долгое время люди думали, откуда берутся приливы и отливы. Сегодня природа появления этого явления не секрет; на него влияют гравитационные силы небесных тел, Луны и Солнца. Благодаря им вода в морях и океанах приходит и уходит с побережья. Долгое время люди думали о том, как использовать силу приливов, но только в 1913 г. недалеко от Ливерпуля была построена первая электростанция, которая использовала силу приливов.

Доказано, что для наилучшей работы электростанции важно, чтобы разница между приливом и отливом составляла более 4 м. Поэтому лучшее место для строительства электростанции – это морское побережье с большой амплитудой приливов и береговым рельефом, создающее большой закрытый «бассейн». Сегодня электростанции этого типа часто предназначены для выработки электроэнергии в условиях приливов и отливов [1].

Характер работы циклический, это связано с периодичностью приливов и отливов. В период покоя, а это случается, когда заканчивается отлив или только начинается прилив, кинетическая энергия воды мала, и ее недостаточно. Этот период длится 1–2 часа. В активный период, его продолжительность составляет 4–5 часов. Циклы повторяются 4 раза в течение дня.

Типы приливных электростанций

В первую очередь это генераторы приливных потоков. Это отдельные установки, работающие для извлечения кинетической энергии водных масс во время приливов. Часто эти генераторные установки встраиваются в опоры мостов, что позволяет решить сразу несколько проблем. Это касается эстетики, а также более выгодного использования водного пространства. Подобные турбины установлены и в проливах. Эти установки бывают горизонтального и вертикального исполнения. Также они выполняются открытыми или в обтекателе.



Рис. 1. Генератор приливного потока

Динамическая приливная электростанция

Эта технология предполагает одновременное использование кинетической и потенциальной энергии приближающейся волны. Но для создания таких электростанций необходимо строить плотины прямо в море. В среднем его длина должна составлять порядка 35–55 км. В этом случае водная

масса будет двигаться в одном направлении. Такая электростанция состоит из множества гидротурбин низкого давления, вырабатывающих электричество.

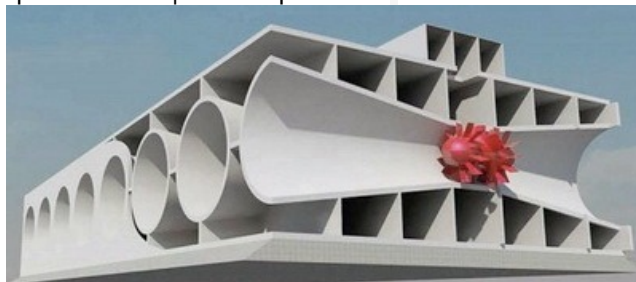


Рис. 2. динамическая приливная электростанция

Приливные дамбы

Эти станции работают по принципу приложения потенциальной энергии при разнице высот воды в период приливов и отливов. Они захватывают водные массы во время прилива, чтобы удерживать их. Когда наступает отлив, вода течет обратно в океан, что заставляет турбины генераторов вращаться, вырабатывая электрическую энергию.

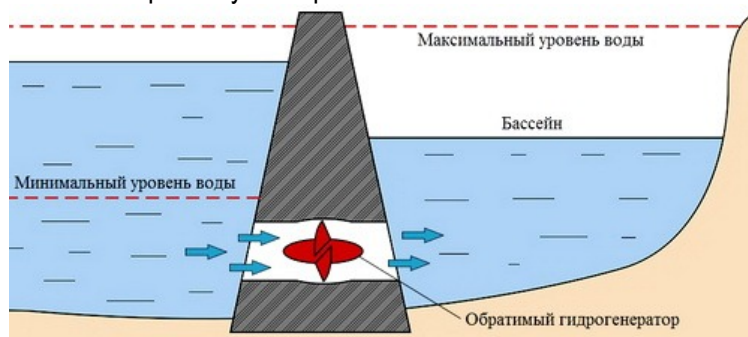


Рис. 3. Приливная плотина

Приливные лагуны

Эти электростанции представляют собой кольцевые плотины, для работы которых используются турбины. В результате появляются водоемы, похожие на те, что созданы приливными плотинами. Единственная разница в том, что этот тип электростанции представляет собой искусственно созданные объекты.



Рис. 4. Приливная лагуна

Устройство приливных электростанций

Приливная электростанция по своей конструкции может быть бесплотной и плотинной [2]. Плотинные электростанции во многом похожи на традиционные гидроэлектростанции. Плотинные электростанции предусматривают ограждение морского участка дамбой. В конструкции плотины предусмотрены каналы, в которых установлены турбины. Также возможно, что плотина перекрывает существующий залив или устье реки. В большинстве случаев, в отличие от обычных гидроэлектростанций,

здесь устанавливают реверсивные гидрогенераторы. То есть такие установки предназначены для выработки электроэнергии как во время прилива, так и во время отлива, то есть, когда вода движется как в прямом, так и в обратном направлении.

В бесплотинных электростанциях предусмотрена установка гидроагрегатов на дне морского пролива, где благодаря отливам и приливам удается получить достаточно сильные и скоростные течения. В качестве примера бесплотинной электростанции можно привести электростанцию, построенную около американского острова Рузвельта. К числу их достоинств можно отнести экономичность возведения, к минусам – небольшую мощность, а также ограниченность мест, где их можно было бы установить.

Лучшим местом для строительства электростанций считается узкий морской пролив, это обстоятельство позволяет отрезать его от океана дамбой. В дамбе есть отверстия, в которых установлены гидротурбины с генераторами. Эти элементы заключены в капсулу обтекаемой формы. Они могут работать не только как генераторы электроэнергии, но и как насосные агрегаты. Это свойство позволяет наполнять бассейн во время прилива и сбрасывать воду во время отлива, пропуская ее через турбины и генерируя электрическую энергию.

Генератор приливного потока

Генератор приливного потока, который часто называют как преобразователь приливной энергии (tidal energy converter (TEC)), представляет собой машину, которая извлекает энергию от движущихся масс воды, в частности, приливов и отливов. Некоторые типы этих машин очень похожи на подводные ветряные турбины (рис. 5), поэтому их часто называют приливными турбинами.

Устройство представляет собой полупогруженную плавающую приливную турбину, пришвартованную к морскому дну посредством поворотного буя, что позволяет станции поворачиваться на 180°. Генератор подобного типа СиДжен весит 300 тонн.

В октябре 2012 г. компания Siemens подвела предварительные итоги работы генератора СиДжен. При установленной мощности в 1,2 МВт станция вырабатывала 22,53 МВт*ч в день, выдавая в среднем 1 ГВт*ч за 68 дней, что эквивалентно годовой выработке в 5368 МВт*ч.



Рис. 5. Генератор приливного потока Seagen

Существует несколько типов генераторов приливных течений:

- *Осевые турбины.* По своей концепции они близки к традиционным ветряным мельницам, но работают под водой. У них есть большинство прототипов, работающих в настоящее время.
- *Турбины с поперечным потоком.* Эти турбины, изобретенные Жоржем Даррейусом в 1923 г. и запатентованные в 1929 г., могут устанавливаться как вертикально, так и горизонтально.
- *Колеблющиеся устройства.* В колебательных устройствах нет вращающегося компонента, вместо этого используются секции аэродинамических поверхностей, которые выталкиваются потоком вбок. Извлечение мощности колеблющегося потока было доказано с помощью всенаправленной или двунаправленной ветряной мельницы Wing'd Pump. В течение 2003 г. у шотландского побережья было испытано колеблющееся устройство гидросамолета мощностью 150 кВт, Stingray. Stingray использует подводные крылья для создания колебаний, что позволяет ему создавать гидравлическую мощность. Эта гидравлическая мощность затем используется для питания гидравлического двигателя, который вращает вал генератора.

- *Эффект Вентури.* Устройства с эффектом Вентури используют кожух или канал для создания перепада давления, который используется для запуска вторичного гидравлического контура, который используется для выработки энергии. Устройство подобного типа, Hydro Venturi, было испытано в заливе Сан-Франциско.
- *Турбины приливных воздушных змеев.* Турбины приливных воздушных змеев представляет собой подводную систему воздушных змеев или параван (рис. 6), которая преобразует приливную энергию в электричество, перемещаясь через приливный поток.

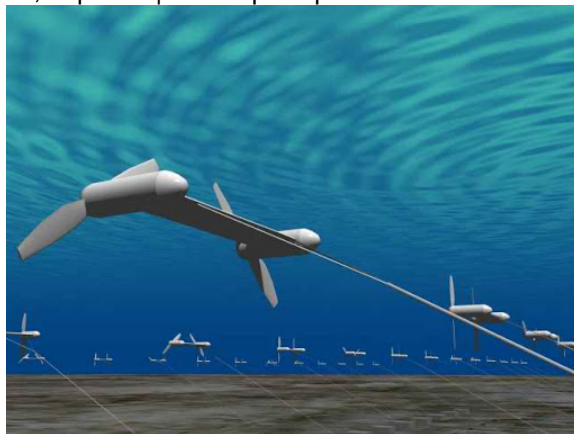


Рис. 6. Турбины приливных воздушных змеев

Библиографический список

1. Ушаков В. Я. Возобновляемая и альтернативная энергетика: ресурсосбережение и защита окружающей среды: монография. Томск: СибГрафик, 2011. 138 с.
2. Обухов С. Г. Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых энергоресурсов: учеб. Пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. 140 с.

УДК 53.09; 539.3.6; 537.112; 537.12; 537.291; 537.226.1; 537.226.82; 537.226.83

А. А. Попов

ученик 9 класса Университетского лицея, г. Петрозаводск, Республика Карелия

А. Д. Куликов, В. О. Юрченко – студенты кафедры электромеханики и робототехники – научные руководители

ФИЗИКА ДИЭЛЕКТРИКОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВ

По электрическим свойствам полупроводники можно поставить между проводниками и непроводниками тока, то есть диэлектриками. Различия между собой у данных трех типов материалов в их способности проводить электрический ток. Электрический ток – направленное движение электрически заряженных частиц под воздействием электрического поля [1]. Стоит вспомнить еще одно важное понятие их школьного курса химии. В химии валентными электронами называются такие электроны, которые располагаются на внешней (валентной) оболочке атома [2].

Такие материалы, как германий и кремний, можно отнести к полупроводникам. В своих внешних оболочках данные материалы имеют четыре электрона каждый. Для сравнения: в меди 11 электронов, которые имеют способность перемещаться, поэтому медь применяется в токопроводящих частях. Пересчитаем количество носителей заряда на единицу объема материала, то в меди будет около 10^{28} носителей на м^3 . В полупроводниках 10^{19} носителей на м^3 .

А вот материалы, такие как керамика, полиамид, фторопласт имеют малое количество носителей заряда (около 10^9 носителей на м^3).

Диэлектрики

Тела, которые не проводят электричество – называют диэлектриками. Диэлектрики бывают двух видов: полярные и неполярные. Центры распределения «+» и «-» зарядов у полярных диэлектриков не совпадают, а у неполярных совпадают.

Опыт фарадея

На рис. 1 приведен опыт Фарадея

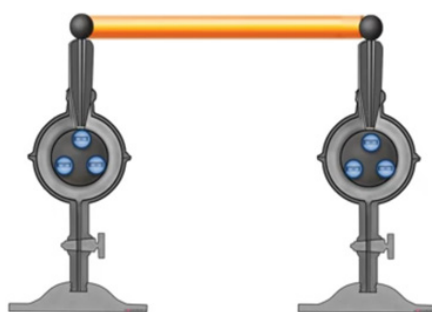


Рис. 1. Опыт Майкла Фарадея

Майкл Фарадей в собственных экспериментах применил прибор, который собран из двух концентрических полных шаров, внешний шар состоит из двух полушарий. Внутренний шар связан с иным шаром с помощью проволоки, который находится снаружи. Проволока в изоляции. Через специальный кран можно заполнить место газом между шарами. Для осуществления собственных опытов, Фарадей применял два прибора. Он заряжал один из внутренних шаров, а впоследствии с помощью прибора электрометра измерял заряд. Шары соединяются с помощью проводника, из-за этого перераспределяется заряд. Фарадей заметил, что если в обоих приборах он применил одно и то же вещество, то заряд делился пополам. Заряд распределяется неравно, если используются разные вещества. Под действием электрического поля, молекулы изолятора зависят от неких изменений, предположил Фарадей. Если диэлектрик разместить в однородном электрическом поле, то в это можно будет удостовериться.

Поляризация полярных диэлектриков

На рис. 2 показано разупорядоченное движение молекул.

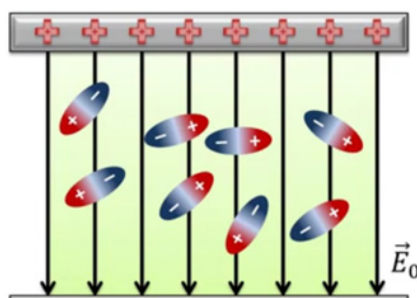


Рис. 2. Разупорядоченное движение молекул

Под действием теплового движения молекулы диэлектрика раз упорядочиваются, но как только электрическое поле начинает проникать в молекулы, оно стремится повернуть ось молекулы так, чтобы она была направлена вдоль силовой линии электрического поле [3].

На рис. 3 показано воздействие электрического поля на молекулы.

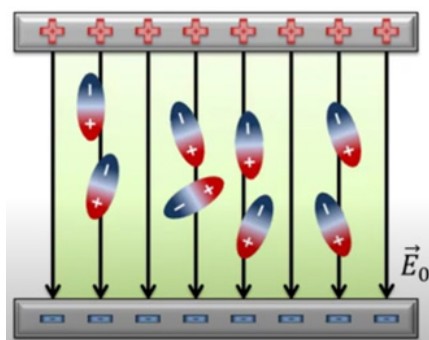


Рис. 3. Воздействие электрического поля на молекулы

Конечным результатом является то, что все молекулы в полярном диэлектрике являются электрическими диполями, поэтому на все диполи будут действовать две силы. Это вызовет движение «+» зарядов в направлении электрического поля и движение всех «-» в противоположном направлении. То есть поляризация – это движение «+» и «-» связанных зарядов диэлектрика в противоположных направлениях. Подчеркнем, что тепловое движение не создает строго упорядоченной ориентации, при которой все диполи выровнены вдоль силовых линий в электрическом поле. Это можно было сделать только при низких температурах. Ориентация диполей частично видна при высоких температурах. Независимо от поляризации заряд будет равным нулю из-за компенсации противоположных зарядов диполей.

Поляризация неполярных диэлектриков

На рис. 4 показаны полярные молекулы.

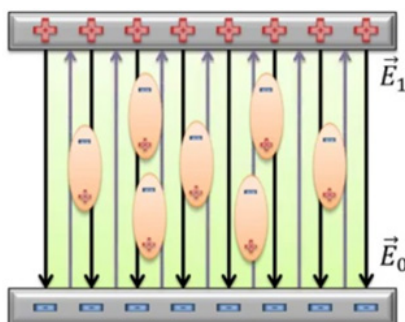


Рис. 4. Полярные молекулы

Две заряженные пластины создают электрическое поле, в котором находится диэлектрик. Электрическое поле действует на противоположные заряды, которые в свою очередь входят в неполярный диэлектрик. Силы, действующие на заряд, становятся противоположными из-за того, что заряды противоположны. Молекулы начинают деформироваться, их центры распределения положительных и

отрицательных зарядов перестают совпадать. Из этого следует, что молекулы становятся полярными и могут считаться электрическими диполями. Оси таких диполей будут проходить по силовым линиям. Из-за этого появляется другое поле, созданное связанными начислениями. Делаем вывод, что изоляция возникает при ослаблении поля внутри диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость – характеризует изолирующие свойства среды, то есть степень ослабления поля внутри диэлектрика.

Полупроводники

Активное практическое применение в полупроводниковом оборудовании получили германий и кремний. Также может использоваться закись меди.

На примере кремний рассмотрим структуру полупроводника. Каждый атома кремния окружен четырьмя абсолютно теми же атомами кремния. Из-за близости атомов кремния, их электроны внешних уровней образуют общие орбиты, тем самым перекрывая все соседние атомы. Так, образуется единое вещество. На рис. 5а приведена схема данной взаимосвязи атомов в полупроводниковом материале [4].

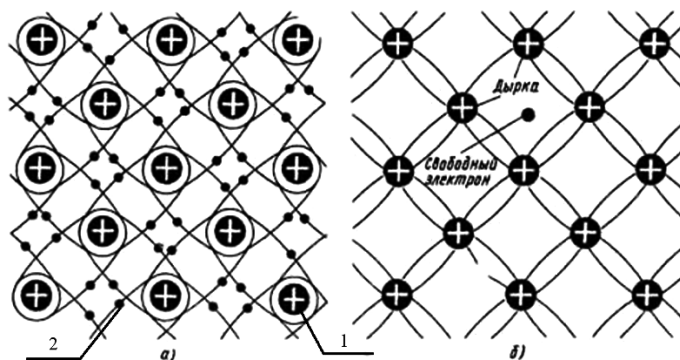


Рис. 5. Схема взаимосвязи атомов в полупроводниковом материале (а) и упрощенная схема его структуры (б)

На данной схеме под цифрой 1 изображены ядра атомов полупроводникового вещества и их внутренние слои электронной оболочки. Под цифрой 2 показаны свободные электроны [5]. На упрощенной схеме, изображенной на рис. 1б показаны взаимосвязи атомов в полупроводнике. На данной схеме межатомные связи изображены как две линии, символизирующими свободные электроны.

Электропроводность полупроводника

Собственная электропроводность полупроводника возникает при воздействии электрического поля. Происходит это за счет движения электронов в одном направлении, а такого же количества дырок в противоположном.

Температура среды, окружающей полупроводник, напрямую влияет на электропроводность полупроводников. Вследствие теплового движения, при повышении температуры окружающей среды, валентные электроны могут покидать свои атомы. То место, из которого вырвался электрон по итогу остается пустым и называется дыркой, а электрон при этом становится свободным. Из этого следует, что из-за увеличения температуры окружающей среды в полупроводнике возникает большее количество свободных электронов и дырок.

На рис. 6 представлена схема движения электронов и дырок.

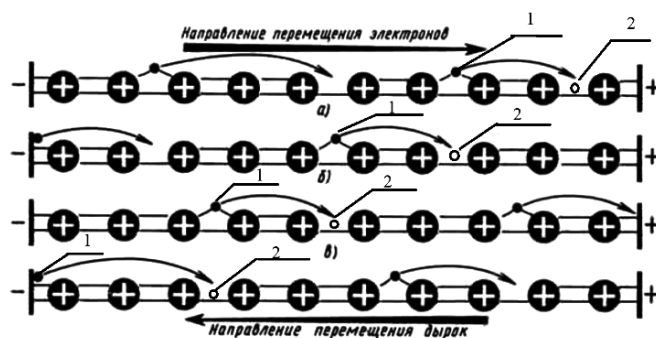


Рис. 6. Схема движения электронов и дырок

На рис. 6 под цифрой 1 представлены электроны, а под цифрой 2 дырки. На данном рисунке схематично изображено возникновение электрического тока в полупроводниковом материале. Напряжение, которое условно представлено на рисунке знаками «+» и «-», является причиной возникновения электрического тока. При этом некоторое количество электронов освобождается от межатомных связей. Электроны движутся к знаку «+», при этом оставляя за собой дырку. Двигается свободный электрон до первой встретившейся дырки и занимает ее, как бы «впрыгивая» [4], [5].

Полупроводник *n*-типа, от слова «negative» обозначает отрицательный заряд, который переносит свободный электрон. Это так называемые донорные элементы, которые добавляют в полупроводник. Полупроводник *p*-типа, от слова «positive», обозначает положительный заряд и характеризует носителей основного заряда. При этом примеси, которые добавляются в полупроводниковый материал называют акцепторными [6].

Самыми распространенными полупроводниковыми приборами являются: полупроводниковые диоды, транзисторы, тиристоры и фототиристоры, терморезисторы и датчики Холла и т. д.

Рассмотрим строение и принцип работы тиристора высокой мощности. Тиристоры – это разновидность полупроводниковых приборов, которые главным образом предназначаются для регулирования и коммутации больших токов. При этом для того чтобы «открыть» (позволить ему пропустить через себя электрический ток), необходимо подать на управляющий вход импульс управления. Стоит вспомнить понятие коммутации – это мгновенное изменение параметров электрической цепи.

То, что для открытия тиристора необходим сигнал управления, делает его похожим на транзистор. При этом обычно у тиристора есть три вывода, анод (положительный электрод или область *p*-типа), катод (отрицательный электрод или область *n*-типа) и управляющий вывод, на который приходит сигнал управления.

Характеристики восстановления тиристора высокой мощности

Здесь представлены характеристики обратного восстановления тиристоров с различными свойствами, параметры исследованных тиристоров приведены в табл. 1.

Таблица 1

Назначение и свойства тиристоров

Спецификация типа	V_{dsm} и $V_{rsm}(B)$	I_{tav} (A)	I_{rrm} (mA)
Тип А(P03XY6500)	6500	350	≤ 200
Тип В(KP08FY6500)	6500	730	≤ 250
Тип С(KP10FY5600)	5600	970	≤ 250

Формы сигналов обратного восстановления с различными свойствами тиристора при прямом токе $I_p = 700A$ показаны на рис. 7, на котором заряд обратного восстановления и время обратного восстановления типа В значительно больше, чем у типов А и С. И формы сигналов мало отличаются между типами А. и С. Согласно табл. 1 ток утечки типа С больше, чем у типа А, поэтому тип С имеет немного более высокую скорость восстановления, чем А [7].

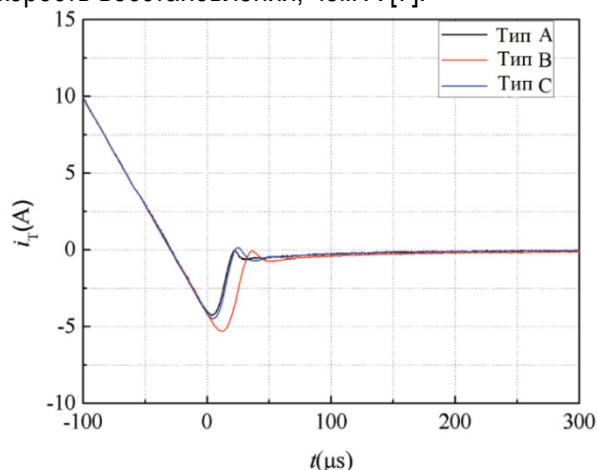


Рис. 7. Формы сигналов обратного восстановления с различными свойствами тиристоров

На рис. 8 показано соотношение между параметрами тиристора, I_p и t_{rr} , где t_{rr} время окончания уменьшения обратного тока. Сравнивая характеристические кривые типов А и В, с одним и тем же параметром напряжения, чем больше параметр тока, тем больше время обратного восстановления.

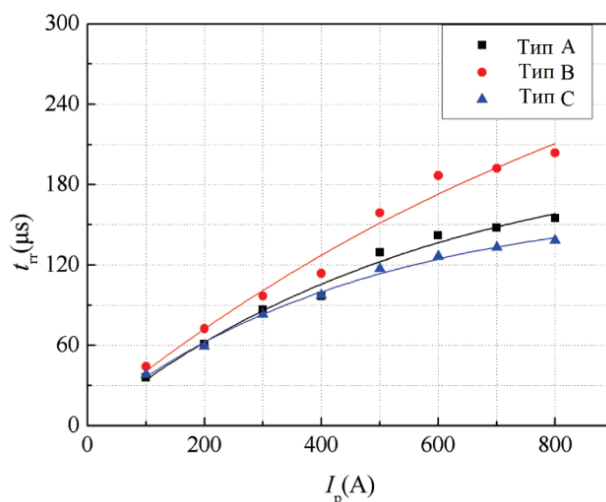


Рис. 8. Соотношение между параметрами тиристоров I_p и t_{rr}

При сравнении с В и С время обратного восстановления типа В немного больше, чем С. Следовательно, здесь очевидно, что доминирующим фактором, влияющим на характеристики обратного восстановления, является параметр напряжения тиристора. Как показано на рис. 8, кривые относительно сходятся при меньшем токе, когда I_p превышает 400 А, различия между ними становятся значительными. Из-за эффекта модуляции проводимости количество инжектируемого основного носителя в низколегированной области меньше при низком токе, что приводит к более низкой скорости распространения. Когда ток превышает определенное значение, эффект модуляции проводимости больше не влияет на характеристики самих себя, тиристоры с разными свойствами демонстрируют собственные характеристики восстановления.

Библиографический список

1. Все об энергетике, электротехнике и электронике. URL: <https://pue8.ru/elektrotekhnik/817-el-ektricheskij-tok-opredelenie-edinitsy-izmereniya-raznovidnosti.html> (дата обращения: 20.03.2021).
2. Жуков С. Т. Химия 8–9 класс. М., 2002.
3. Сливаковский В. Гипермаркет знаний. URL: https://edufuture.biz/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%B4%D0%B8%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2 (дата обращения: 22.03.2021).
4. Борисов В. Г. Юный радиолюбитель, 1985.
5. Радиоэлектроника начинающим и не только. URL: <http://lessonradio.narod.ru/Lesson-6.htm> (дата обращения: 24.03.2021).
6. Полупроводник. n-тип, p-тип, примесные элементы. URL: <https://www.lucendi.ru/ledswords/poluprovodnik.html> (дата обращения: 25.03.2021).
7. Reverse recovery time characteristics of high power thyristors / Ke Yue, Shaobin Li, Dezhi Kong et al. // Conference: 2016 IEEE International Conference on High Voltage Engineering and Application (ICHVE)

УДК 621.311.4

Е. А. Порошина

В. С. Никитченко – магистрант кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель

МОДЕРНИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ СХЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Потребление электроэнергии – обязательная составляющая любого современного производства. В свою очередь энергосбережение скрывает в себе огромные ресурсы для повышения эффективности производственной деятельности предприятия. Первым шагом энергосбережения является точный учет.

Традиционные формы учета на основе сбора показаний электросчетчиков человеком уже давно изжили себя. Обеспечить возможность действительно эффективного энергосбережения позволяют только передовые технологии учета электроэнергии, основанные на создании автоматизированных систем учета АСКУЭ и АИИС КУЭ, систем «умных, интеллектуальных» измерений – Smart Metering.

Существующие технологии цифровизации в электроэнергетике применяемые в РФ

В настоящее время пересматривается положение «О единой технической политике в электросетевом комплексе», в части учета технических решений, предусматривающих создание «Цифровой сети», и исключения устаревших технических решений [1].

Основными направлениями технической политики по внедрению цифровых технологий в части РЗА (релейная защита и автоматика) являются:

1. Идеология построения систем РЗА
2. Организация эксплуатации РЗА
3. Технический уровень средств РЗА

Идеология построения систем РЗА включает в себя:

- автоматизацию производства переключений в устройствах РЗА;
- разработку типовых проектных решений;
- внедрение систем РЗА позволяющих сократить эксплуатационные затраты без снижения

надежности.

Организация эксплуатации РЗА включает в себя:

- совершенствование НТД;
- повышение контроля качества выполнения работ на всех этапах жизненного цикла устройств РЗА;
- автоматизация процесса технического обслуживания;
- внедрение в практику «ТО по состоянию» для устройств РЗА;
- повышение квалификации эксплуатационного персонала электросетевых компаний.

Технический уровень средств РЗА включает в себя:

- поддержание в работоспособном состоянии существующих систем РЗА;
- обеспечение своевременной замены физически устаревших устройств РЗА, дальнейшая эксплуатация которых невозможна;

- внедрение автоматизированных систем мониторинга состояния и качества работы РЗА.

В настоящее время ведутся работы на 128 объектах. Должно быть организовано дистанционное (теле-) управление оборудованием подстанции и устройствами.

- Реализуются мероприятия по внедрению системы автоматизированного мониторинга устройств РЗА. Разрабатывается СТО «Технические требования к автоматизированному мониторингу устройств РЗА».

- Ведутся работы по внедрению типовых решений применения микропроцессорных устройств РЗА на ПС 6–35 кВ.

- Разработаны рекомендации по модернизации, реконструкции и замене длительно эксплуатирующихся устройств релейной защиты и электроавтоматики энергосистем, организован контроль реализации.

- Организован процесс разработки и контроля реализации целевых программ по модернизации устройств и комплексов РЗА [1].

Цифровая подстанция

Цифровая подстанция (ЦПС) – подстанция с высоким уровнем автоматизации, в которой процессы информационного обмена между элементами подстанции (ПС), а также управление работой ПС осуществляются в цифровом виде [2].

Разработаны и реализуются три типа архитектуры цифровых подстанций, представленных на рис. 1–3:

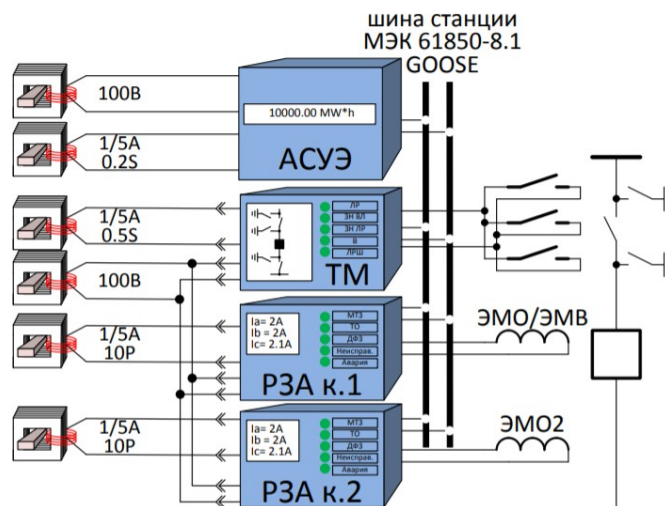


Рис. 1. Архитектура

Этот вид цифровой подстанции состоит из:

- электромагнитных измерительных трансформаторов тока;
- аналоговые данные передаются без перевода в цифровой формат;
- дискретные сигналы и сигналы управления передаются без перевода в цифровой формат;
- «шина станции» МЭК 61860-8.1 «GOOSE» и «MMS» (Основные протоколы передачи данных на ЦПС) [3].

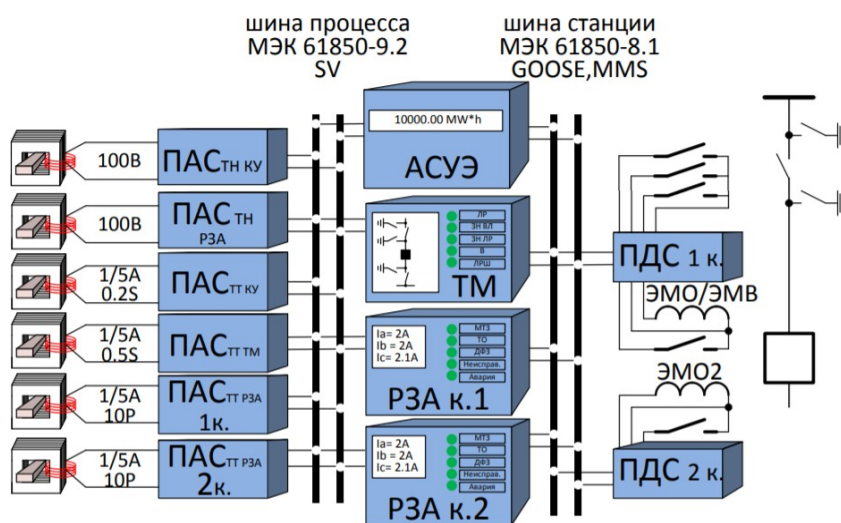


Рис. 2. Архитектура 2

Этот вид цифровой подстанции состоит из:

- электромагнитных измерительных трансформаторов;

- преобразование аналоговых данных в цифровой формат в соответствии с протоколом МЭК 61850-9.2 «SV»;
- передача аналоговых сигналов к устройствам автоматизации подстанции через «шину процесса» в формате протокола МЭК 61850-9.2 «SV»;
- преобразование дискретных сигналов в цифровой формат по протоколу МЭК 61860-8.1 «GOOSE»;
- передача дискретных сигналов к устройствам автоматизации подстанции через «шину станции» в формате протокола МЭК 61850-8.1 «GOOSE», «MMS» [3].

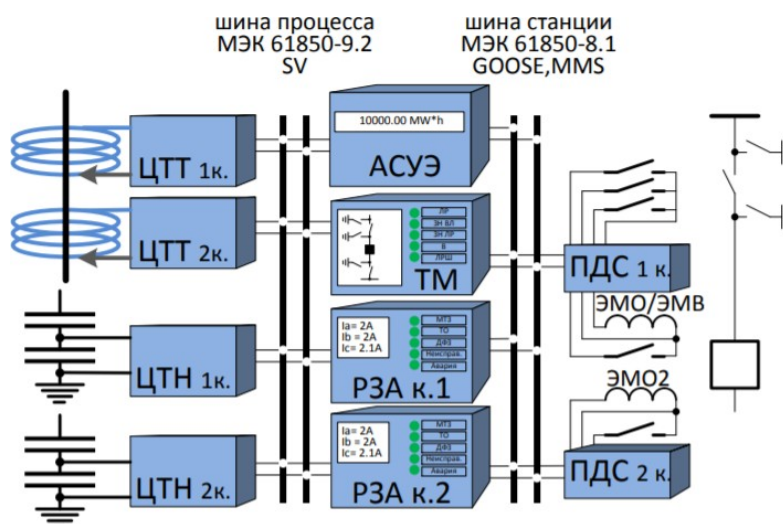


Рис. 3. Архитектура 3

Этот вид цифровой подстанции состоит из:

- цифровых измерительных трансформаторов формирующих данные в цифровом формате в соответствии с протоколом МЭК 61850-9.2 «SV»;
- передача аналоговых сигналов к устройствам автоматизации подстанции через «шину процесса» в формате протокола МЭК 61850-9.2 «SV»;
- преобразование дискретных сигналов в цифровой формат по протоколу МЭК 61860-8.1 «GOOSE»;
- передача дискретных сигналов к устройствам автоматизации подстанции через «шину станции» в формате протокола МЭК 61850-8.1 «GOOSE», «MMS» [3].

Применение новых технологий и материалов в электроэнергетике

Перспективным с точки зрения развития и передачи больших мощностей электроэнергии является технология высокотемпературной сверхпроводимости, обеспечивающая передачу электрической мощности на низком напряжении. Повышение температуры, при которой достигается эффект сверхпроводимости, является приоритетной задачей по развитию данного направления и позволит снизить потери на собственные нужды установок для криообеспечения и снизить требования к технологической стоимости и сложности узлов и механизмов для достижения максимального экономического эффекта [4].

Применение новых типов проводов обеспечит повышение пропускной способности, снимет ограничения по перегрузке, позволит оптимизировать экономические расчеты на технологически сложные участки воздушных линий (ВЛ) – переходы, снизит операционные издержки на обслуживание и ремонтно-восстановительные работы на ВЛ. Другим направлением повышения эффективности при передаче электроэнергии является применение различного рода гидрофобных проводящих смазок обеспечивающих выравнивание эквипотенциальных полей и снижающих потери на корону [4].

Экономически эффективной является технология модернизации ВЛ среднего напряжения с применением технологии постоянного тока. Снижение стоимости компонентной базы силовой электроники делает рациональным применение схем отбора на постоянном токе. При этом наиболее эффективным

данную технологию применять при модернизации действующих ВЛ 0,4–35 кВ, исчерпавших возможность для развития и обеспечения электропитания новых потребителей. Перевод и обустройство РУ на постоянном токе без замены ВЛ позволит обеспечить увеличение мощности и повышение качества электроснабжения [4].

Ключевые технологии

- композитные материалы;
- сверхпроводимость;
- применение постоянного тока при передаче электроэнергии на классах напряжения СН и НН; технологии, обеспечивающие повышение пропускной способности электрических сетей без изменения ее конфигурации всех классов напряжения;
- технологии и материалы для покрытия проводов ВЛ (в том числе наноструктурированные) снижающие риск гололедообразования и потери на корону и другие.

Примеры внедрения

Распределительная сетевая компания «Россети Ленэнерго» планирует до 2025 г. внедрить цифровую систему автоматизированного управления на 80 подстанциях с напряжением 35–110 кВ в Санкт-Петербурге и Ленинградской области [5].

В марте 2020 г. Совет директоров компании утвердил программу «Цифровая трансформация – 2030», направленную на цифровизацию электросетевой инфраструктуры, создание единой управляемой цифровой среды, а также внедрение технологий информационной безопасности. Совокупный объем инвестиций на период 2020–2030 годов в программу составит 54,7 млрд рублей [5].

Мероприятия реализуются в рамках единой концепции ПАО «Россети» «Цифровая трансформация – 2030», которой зафиксированы ключевые подходы, цели, используемые технологии и комплексный план мероприятий по трансформации электросетевой инфраструктуры [5].

На Московском НПЗ «Газпром нефти» начал работу опытный инновационный комплекс «Цифровая подстанция». Внедрение объекта стало очередным этапом формирования цифровой системы управления энергетическими объектами собственных российских нефтеперерабатывающих заводов компании. Будущая система повысит эффективность, безопасность и надежность работы технологического оборудования Московского НПЗ. Ранее программно-технический комплекс «Цифровая подстанция» начал работу на Омском НПЗ [5].

Внедрение цифровых моделей управления – это одно из ключевых направлений программы развития НПЗ «Газпром нефти». Проект предусматривает перевод в цифровой формат работу оборудования главной понизительной подстанции, осуществляющей электроснабжение предприятия. Единая информационная сеть позволит проводить непрерывную диагностику устройств в онлайн-режиме, что гарантирует устойчивое электроснабжение предприятия. Модель оптимизирует сеть кабельных связей и сократит время на поиск и устранение неисправностей. Более 70 % оборудования цифровой подстанции, включая системы управления и диагностики, – российского производства [5].

Проекты построения цифровых районов электрических сетей (РЭС) реализуются в регионах обслуживания «Россети Центр», «Россети Янтарь» и «Россети Северо-Запад», где уже сформированы кластеры для отработки технологий Smart Grid, а также в зоне ответственности «Россети Центр и Приволжье» [5].

Цифровой РЭС – это район электрических сетей с высоким уровнем автоматизации, обеспечивающей «умный» учет электроэнергии и удаленную наблюдаемость в режиме онлайн, а также позволяющей реализовать функции самодиагностики и самовосстановления. В Группе «Россети» разработан ряд критериев цифрового РЭС – те условия, при реализации которых РЭС можно считать цифровым.

Работа по созданию цифровых РЭС проводится в соответствии с концепцией «Цифровая трансформация 2030», принятой в группе «Россети». На сегодня уже выполнено четыре пилотных проекта. Получен серьезный практический эффект. Например, если в 2016 г. до начала проекта в Мамоновском РЭС («Россети Янтарь») среднее время восстановления электроснабжения составляло 5,5 часа, то сейчас – около 1 часа, а потери электроэнергии сократились в 2,5 раза [5].

К концу 2020 г. в «Россети Центр» и «Россети Центр и Приволжье» планируется создать 17 цифровых РЭС. В «Россети Янтарь» будет завершено 16 проектов, то есть по всей территории обслуживания в Калининградской области. «Россети Северо-Запад» введет в работу еще один цифровой РЭС.

Общее число цифровых РЭС в группе «Россети» вырастет до 38 с учетом четырех реализованных ранее «пилотов» [5].

Заключение

В настоящее время идет быстрорастущий процесс внедрения существующих блоков управления на ЦПС. Уже сейчас идет создание и внедрение технологии интернет вещей, где с ростом создания подобных проектов наращивается четкое понимание применения в профессиональной и повседневной жизни. С каждым созданным проектом оценка технико-экономической эффективности только улучшается.

Библиографический список

1. Цифровая энергетика новая парадигма функционирования и развития. URL: http://ntsees.ru/sites/default/files/cifrovaya_energetika_blok.pdf (дата обращения: 24.03.2021).
2. Цифровая подстанция. URL: <http://digitalsubstation.com/> (дата обращения: 24.03.2021).
3. Каталог МЭК. URL: <http://www.gostinfo.ru/catalog/ieclist?page=735> (дата обращения: 24.03.2021).
4. Программа инновационного развития. URL: <http://rosseti.com> (дата обращения: 24.03.2021).
5. Цифровая трансформация 2030. URL: <https://www.mercury-lakor.com/pages/145> (дата обращения: 24.03.2021).

УДК 004

Б. А. Профе

студент кафедры технологий защиты информации

С. В. Беззатеев – доктор технических наук, доцент – научный руководитель

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ МНОГОФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Двухфакторная аутентификация, также называемая двухэтапной аутентификацией или двухэтапной проверкой, – это процесс, с помощью которого личность пользователя проверяется дополнительным вторым способом с альтернативным методом идентификации, отличным от основного. Это дополнительная мера безопасности, которая усиливает первую меру аутентификации и проверки пользователя [1].

При выборе факторов аутентификации, используемых в системе, важно понимать последствия действий злоумышленника. Взлом пароля и доступ постороннего к личной учетной записи пользователя на сервисах и платформах прослушивания музыки, безусловно вызовет недовольство. Однако это не сравнимо с ситуацией, которая может возникнуть при доступе злоумышленника к чужому банковскому счету онлайн.

Для доступа к конфиденциальным сервисам и платформам, таким как банковские или финансовые учреждения, всегда следует выбирать систему проверки личности и многофакторной аутентификации.

Многофакторная аутентификация гарантирует, что пользователю предоставляется доступ к системе только после представления двух или более различных свидетельств своей личности. В качестве информации, используемой для каждого фактора аутентификации, могут выступать:

- физические объекты: карта, электронный чип, NFC-чип, ключ и т. д.;
- буквенно-цифровые пароли: цифровой PIN-код, сложные пароли, ответы на контрольные вопросы;
- графические пароли: символы или набор тактильных движений, рисунков линий;
- одноразовые пароли: код, который можно получить по SMS или по почте, доступ к которому имеет только конкретный пользователь;
- биометрические характеристики: распознавание лица, распознавание улыбки или жеста, распознавание отпечатков пальцев, радужной оболочки глаза, использование голоса и т. д.

Таким образом, комбинация двух из этих элементов управления или тестов личности создает систему двухфакторной аутентификации, которая предотвращает доступ злоумышленника к защищаемым данным, системам, службам и приложениям [1].

Стандартный подход к выбору способа аутентификации для конкретной ИС (информационной системе) заключается в оценке угроз данной ИС. Построенная модель угроз позволит выбрать один или несколько наиболее подходящих способов аутентификации пользователя [2].

На практике же ИС делят на две группы:

1. Системы, доступ к которым возможен только с устройств внутри контролируемого периметра организации.
2. Системы с возможностью удаленного доступа.

Модели угроз создаются для этих групп систем, уточнение угроз для конкретных ИС проводится при необходимости. Системы многофакторной аутентификации подобного типа довольно перспективны и постоянно совершенствуются.

Для систем первой группы подразумевается, что если пользователь пытается пройти аутентификацию, то он успешно прошел систему защиты периметра, в котором находится система. Это позволяет упростить набор факторов для конечной аутентификации пользователя и получения им доступа к ИС.

Одним из достаточно простых в реализации и использовании факторов является мобильная аутентификация. Такой вид аутентификации позволяет выполнять доступ к приложениям только от «достоверных» устройств и пользователей. Для реализации этих возможностей могут использоваться

различные технологии: сертификаты, кодирование приложений и др. Все чаще в качестве инструментов применяют различную контекстную информацию (например, время или местоположение пользователя), помогающую принимать решения при предоставлении доступа.

В случае если ИС относится ко второй группе, то есть имеет возможность удаленного доступа при помощи сети Интернет, требуется использование более стойкой и надежной системы аутентификации. Особенно если с помощью удаленного доступа происходит работа с важными данными или ресурсами, такими как персональные данные или финансы.

Повысить безопасность эффективно возможно с помощью биометрической двухфакторной аутентификации. Биометрия лица и голоса полностью независима от устройства или же знания пароля и выступает в качестве надежного второго фактора для аутентификации [3].

Использование биометрических данных (что-то, что биологически характеризует личность пользователя) с каким-либо устройством, используемом для аутентификации не только удобно и быстро для пользователя, но и значительно безопаснее, чем другие комбинации факторов аутентификации.

Однако один биометрический фактор чаще всего возможно подделать. Если же использовать несколько биометрических факторов, то систему аутентификации практически невозможно будет «обмануть». Например, система производит проверку голоса, одновременно с этим анализируя геометрию лица пользователя.

Система многофакторной аутентификации должна быть не только надежной, но и удобной для пользователей. Если процесс аутентификации будет проходить достаточно долго, а также требовать множества данных, большинство пользователей начнут всячески облегчать его, жертвуя безопасностью (записывать пароли, производить ввод необходимой информации как можно быстрее, совершая ошибки и т. д.) Использование биометрических факторов аутентификации достаточно просто для пользователя, при этом данные нельзя потерять или забыть.

Библиографический список

1. URL: <https://www.electronicid.eu/en/blog/post/second-factor-authentication-with-facial-biometrics/en> (дата обращения: 05.02.2021).
2. Скородумов А. Многофакторная аутентификация – лучше меньше, да лучше. URL: <https://lib.itsec.ru/articles2/Oborandteh/mnogofaktornaya-autentifikatsiya-luchshe-menshe--da-luchshe> (дата обращения: 06.02.2021).
3. URL: <https://www.idrnd.ai/idsquared-facial-biometrics-and-facial-liveness-detection/> (дата обращения: 06.02.2021).

УДК 004.056

А. А. Прохорова

студентка кафедры технологий защиты информации

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

СПОСОБЫ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА СКОРОСТИ МАНИПУЛЯТОРА И КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА

Клавиатурный почерк

Клавиатурный почерк – поведенческая биометрическая характеристика, описывается следующими параметрами:

- скорость ввода (количество введенных символов, разделенное на время печатания);
- динамика ввода (времени между нажатиями клавиш и временем их удержания);
- частота возникновения ошибок при вводе;
- использование клавиш (например, какие функциональные клавиши предпочитает пользователь).

Преимущества клавиатурного почерка как инструмента аутентификации:

- Простота реализации и внедрения. Самый дешевый способ аутентификации по биометрическим характеристикам, так как ввод производится со стандартного устройства – клавиатуры.
- Не требует дополнительных действий от пользователя (кроме привычных). Можно назначить уже используемый пароль парольной фразой, по которой будет проходить аутентификация.
- Возможность скрытой аутентификации. Если пользователь не знает о производимой дополнительной проверке, то и злоумышленник тоже.

Недостатки клавиатурного почерка как инструмента аутентификации:

- Большая зависимость от эргономичности клавиатуры. При смене устройства ввода требуется заново обучать программу.
- Большая зависимость от психофизического состояния пользователя.
- Требуется обучать приложение [1].

Мониторинг и анализ клавиатурного почерка

Клавиатурное шифрование (или захват клавиатуры) – скрытая регистрация нажатых клавиш на клавиатуре. Человек, использующий клавиатуру, не знает о слежке действий.

Существует тип программ, именуемый Keylogger (keyboard spy). Это клавиатурный шпион, который запоминает все нажатия на клавиатуре устройства пользователем. Программы считаются законными, потому что многие разработаны для отслеживания работодателем действий сотрудников на работе. Однако чаще всего кейлоггеры используются для кражи конфиденциальной информации (например, паролей). Кейлоггинг также используется для изучения динамики нажатия клавиш и взаимодействия человека с компьютером в различных целях, например маркетинговых.

Кейлоггеры делятся на два типа: программные и аппаратные приложения.

1. Программные кейлоггеры.

- *На основе гипервизора.* Теоретически кейлоггер находится в гипервизоре вредоносного программного обеспечения и работает над операционной системой. Фактически становится виртуальной машиной.

- *На основе ядра.* Сложный метод, находящийся на уровне ядра. Программа получает root-доступ для скрытия в операционной системе и перехватывает данные (всю информацию с клавиатуры) о нажатиях клавиш, проходящих через ядро.

- *На основе API.* Кейлоггер подключен к API клавиатуры внутри запущенного приложения и регистрирует события клавиш, словно не вредоносная программа, а обычная часть приложения. Запись всех нажатий и отпусков клавиш.

- *На основе Javascript.* Тег вредоносного сценария вводится в веб-страницу и отслеживает ключевые события. Может быть внесено через различные методы, например, атаки «человек посередине».

- *Основанные на внедрении памяти.* Регистрация, изменяя связанные с браузером и другими системными функциями таблицы памяти. В основе лежит троянский метод. Удаленное общение может быть осуществлено через следующие способы:

- а) загрузка данных на веб-сайт, в базу данных или на FTP-сервер, отправляются заранее на определенный e-mail;
- б) передача по беспроводной сети, используя аппаратную систему;
- в) возможность программного обеспечения удаленно подключаться к хранящимся на целевой машине данным или к локальной сети для журналов или локальной машине из Интернета.

2. Аппаратные кейлоггеры.

- *Прошивка.* На основе Bios-LEVEL прошивки, где события клавиатуры отслеживаются и могут быть изменены. Для записи событий и как они обрабатываются необходим физический доступ или доступ на уровне root.

- *Аппаратное обеспечение клавиатуры.* Регистрация нажатия клавиш, используя аппаратные схемы и подключенные между клавиатурой компьютера и компьютером. Как правило, установлены на уровне разъема кабеля клавиатуры. Также встречаются кейлоггеры на основе USB-разъемов.

- *Акустические кейлоггеры, основанные на акустическом криптоанализе.* Отслеживание сигнатур, издаваемых при нажатии клавиш. Далее с помощью частотного анализа определяется соответствие звука и клавиши. Частота повторения одинаковых сигнатур или других характеристик также используется для сопоставления. Требуется длительная запись для сбора большой выборки, где-то от 1000 нажатий

- *Накладки на клавиатуру.* Наложение клавиатуры поверх, что каждое нажатие клавиши регистрируется злоумышленником. Разрабатывается устройство так, чтобы пользователь его не заметил и принял за неотъемлемую часть используемого устройства.

Кейлоггеры									
Название	На основе гипервизора	На основе ядра	На основе API	На основе Javascript	На внедрении памяти	Прошивка	Аппаратное обеспечение клавиатуры	Акустические	Накладки
Приложение	Программные	Программные	Программные	Программные	Программные	Аппаратные	Аппаратные	Аппаратные	Аппаратные
Местонахождение	Гипервизор вредоносного ПО	Уровень ядра	API-интерфейсы Windows	Браузер	В зависимости от случая (троянский метод)	Требуется физический доступ и / или доступ на уровне root	Разъем кабеля клавиатуры	Звуки работы компьютера	Поверх клавиатуры
Описание	Фактически виртуальная машина	Root-доступ для сокрытия в ОС и перехватываются нажатия клавиш, которые проходят через ядро	Подключают API клавиатуры внутри запущенного приложения	Тег вредоносного сценария вводится в целевую веб-страницу и отслеживает ключевые события	Регистрация, изменяя таблицы памяти, связанные с браузером и другими системными функциями	Bios -LEVEL прошивки, которая обрабатывает события клавиатуры, могут быть изменены, чтобы записать эти события и как они обрабатываются	Регистрация нажатий клавиш с помощью аппаратной схемы	С помощью частотного анализа можно определить, какая сигнатура нажатия клавиши относится к какому символу клавиатуры	Каждое нажатие клавиши регистрируется клавиатурой, а также клавиатурой преступника, расположенной над ней.

Рис. 1. Кейлоггеры

Кейлоггинг Windows 10 от Microsoft позволяет изменить настройки конфиденциальности на компьютере так, что это будет эффективно против аппаратных шпионов. А клавиатурные шпионы, основанные на ловушке, не пострадают от изменения настроек компьютера.

Анализ и мониторинг манипулятора

Отслеживание курсора – использование программного обеспечения для сбора данных о положении курсора мыши пользователя на компьютере. Цель заключается в автоматическом сборе обширной информации о действиях людей. На данный момент применяется в первую очередь для улучшения дизайна интерфейса на веб-ресурсах.

Отслеживание кликов – это отслеживание пользовательского поведения клика или навигационное поведение пользователя. Обычно отслеживается через журналы сервера, где записаны пути кликов и URL-адреса. В отслеживании кликов используется множество современных методов, например, машинное обучение.

Анализ и мониторинг манипулятора производится двумя типами: технологией и методом.

Методы анализа и мониторинга манипулятора:

1. JavaScript реализован как часть веб-браузера. Доступ к объектам в виде хоста. Разработчики могут отслеживать движения манипулятора посредством ввода строк кода на странице. Не влияет на производительность компьютера.

2. Плагины могут быть только программными модулями в данном случае (требуется установка). Данные, предоставляемые плагинами, не отличаются от данных метода JavaScript.

3. Инструмент – это данные, которые обеспечивают анализ более высокого уровня и включают в себя тепловые карты, траекторию и другую информацию о передвижении манипулятора.

Отслеживание клика								
Название	Отслеживание взгляда	Отслеживание глаз	Отпечаток браузера	JavaScript	Плагины	Инструмент	Cookie, identity, IP-адрес	Интеллектуальный анализ веб-использования
Тип	Технология	Технология	Технология	Метод	Метод	Метод	Метод	Метод
Применение	Тестирование удобства интерфейса	Тестирование удобства интерфейса	Тестирование удобства интерфейса и другое	Браузер	Везде	Везде	Веб-маркетинг	Веб-маркетинг
Описание	Устройство для измерения	Устройство для измерения	Содержит информацию об устройстве, его операционной системе, браузере и его конфигурации	Внедрено в браузер, используется язык сценариев, записываются данные о перемещении	Дополнительное ПО, собирающие данные о перемещении	Выходной журнал (тепловые карты, траектория, т.д.). Внедряется в продукт	Сохранение сеанса посредством добавления файлов cookie в HTTP и отправлению при подключении на соответствующий сервер	Последовательное обнаружение шаблонов

Рис. 2. Отслеживание кликов и курсора

Технологии анализа и мониторинга манипулятора:

Отслеживание взгляда. Системы, использующие данную технологию, часто пытаются имитировать поведение курсора и клавиатуры. Опыт сложен тем, что пользователи должны сначала представить выполнение задачи, используя функции клавиатуры и курсора, и только потом использовать взгляд.

Отслеживание глаз. Для реализации данной технологии достаточно часто необходима лаборатория. Обычно используется для маркетинговых исследований при создании веб-приложений.

Отпечаток веб-браузера. О пользователе собирается из его браузера информация, которая содержит в первую очередь данные об устройстве, операционной системе, браузере и конфигурации [2], [3].

Библиографический список

1. Бесплатная энциклопедия. URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/Main_Page (дата обращения: 25.10.2020).
2. Савинов А. Н., Сидоркина И. Г. Решение проблемы измерения времени удержания клавиш при разработке системы анализа клавиатурного почерка // ИКТ: образование, наука, инновации // Труды III Междунар. науч.-практ. конф. Алматы: МУИТ, 2012. С. 328–333.
3. Савинов А. Н., Сидоркина И. Г., Иванов В. И. Анализ решения проблемы использования клавиатурного почерка для обеспечения безопасности ключевой системы предприятия // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT'11»: сб.: в 4 т. М.: Физматлит, 2011. Т. 3. С. 40–47.

УДК 062

В. Д. Прохоров

ученик 9 класса ГБОУ гимназии № 272

А. Ю. Комендантов – магистрант кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель**САМОЛЕТ С ПОЛНЫМ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫМ ОБОРУДОВАНИЕ**

Первый самолет с электрическим двигателем был создан 1973 г. Фредом Милишки и Хейном Брдишким на базе самолета австрийского самолета Brditschka HB-3. Но до этого в 1840-х гг. на дирижабль был поставлен электрический двигатель.

Самолет Militkt MB-E1 был самым первым самолетом с электрическим двигателем. Первый полет на нем совершил Хейно Брдишка в 1973 г. данный полет длился всего 15 минут.



Рис. 1. Самолет Militkt MB-E1

Через шесть лет в апреле в Калифорнии был совершен первый полет на Mauro Solar Riser, полет на этом самолете длился уже целых 35 минут. Данный самолет был оснащен мотором 3,5 л.с и с 30-вольтным никель-кадмиевым аккумулятором. Никель-кадмиевые батареи ставились на вертолеты Hughes 500. На самолет ставились солнечные фотоэлементы, но возможность подзарядки была только на земле.

Solar Challenger стал следующим звеном в развитии электрических самолетов. В его крыльях размещалось 6000 солнечных фотоэлементов, обеспечивающих максимальную солнечную мощность 3800 Вт. В этом самолете не было никаких источников питания, даже батарей, что не было безопасно. 7 июля 1981 г. самолет Solar Challenger совершил полет через Ла-Манш. Его путь составил 193 мили, или 310,6 км. Он взлетел с аэродрома Понтуаз-Кормей к северу от Парижа и до базы Королевских ВВС Манстон в Манстоне. В воздухе самолет провел 5 часов 24 минуты.

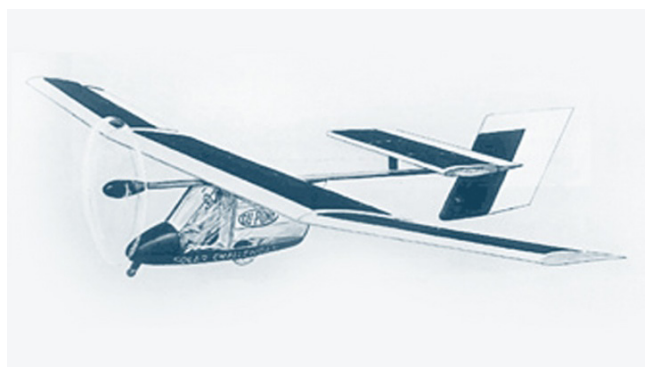


Рис. 2. Самолет Solar Challenger

С 1989 г. NASA начинает спонсировать программу по созданию самолетов Pathfinder. Самолет Helios Prototype имел две конфигурации: HP01 и HP03. HP01 ориентировалась для достижения максимальной высоты и был оснащен 14 электрическими двигателями, а HP03 ориентировался для долгих полетов и был оснащен 10 электрическими двигателями. 13 августа 2001 г. NASA Helios Prototype

поставил рекорд по набору высоты, что является рекордом для аппаратов без реактивных двигателей, максимальная высота составила 29 500 м.



Рис. 3. Самолет NASA Helios Prototype

В 2010 г. самолет QinetiQ Zephyr поставил рекорд по нахождению в воздухе среди БПЛА. Рекорд составил две недели.



Рис. 4. Самолет QinetiQ Zephyr

30 июля 2012 г. Long-ESA поставил рекорд скорости среди электрических самолетов. Он смог разогнаться до 326 км/ч.



Рис. 5. Самолет Long-ESA

На авиасалоне в Ле-Бурже в 2014 г. был представлен Airbus E-FAN. Данный самолет является тренировочным и может выполнять фигуры высшего пилотажа.

В 2016 г. самолет Solar Impulse 2 завершил кругосветный полет, начатый в 2015 г.



Рис. 6. Самолет Airbus E-FAN



Рис. 7. Самолет Solar Impulse 2

В конце июня 2016 г. компания Facebook провела испытания самолета Aquila. Самолет полностью работает от солнечных батарей и предназначен для раздачи Интернета в труднодоступных местах.

На данный момент полноразмерные электрические самолеты не сильно перспективны. Это связано с высокой ценной на бесколлекторные электрические моторы и литий-ионные или литий-полимерные батареи. Если самолет полностью зависит от солнечных батарей, то это делает не возможное его использование в темное время суток и в плохую погоду.

Но электрические БПЛА получили большое распространение в военной сфере. Они используются для разведки, для атаки на вражеские позиции. Примером может служить американские БПЛА MQ-1 Predator и RQ-11 Raven. Данные БПЛА активно используются в современных военных конфликтах.



Рис. 8. БПЛА MQ-1 Predator



Рис. 9. БПЛА RQ-11 Raven

Также нами был спроектирован полностью электрический БПЛА с возможностью установки на него солнечных батарей.

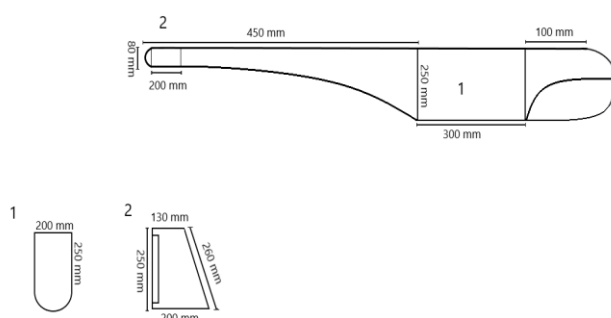


Рис. 10. Эскиз спроектированного БПЛА

Полная длина составляет 850 мм с размахом крыла 700 мм. Ширина корпуса в месте крепления с крыльями должна составить 200 мм и высота 250 мм. На носу самолета предусмотрено место для установки камеры. К концу происходит сужение от 200x250 до цилиндра диаметром 80 мм. Площадь крыла составит 0,63 м². Крыло будет формы Clark Y.

Управление килем и элевонами на крыльях будет осуществляться с помощью серво приводов. В передней части под крыльями будут расположены мотогондолы на расстоянии 100 мм от корпуса, в них будет установлены бесколлекторные моторы с максимальной мощностью 92 W и с оборотами 4500 KV. Питаться весь самолет будет одним литий-ионным аккумулятором на 8000 мА/ч.

Библиографический список

1. Электрический самолет. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 26.03.21).
2. Brditschka HB-3. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Brditschka_HB-3 (дата обращения: 26.03.2021).
3. Mauro Solar Riser. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mauro_Solar_Riser (дата обращения: 26.03.2021).
4. MacCready Solar Challenger URL: https://en.wikipedia.org/wiki/MacCready_Solar_Challenger (дата обращения: 26.03.2021).
5. Zephyr. URL: <https://www.airbus.com/defence/uav/zephyr.html> (дата обращения: 26.03.2021).
6. NASA Pathfinder. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/NASA_Pathfinder (дата обращения: 26.03.2021).
7. NASA Helios. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/NASA_Helios (дата обращения: 26.03.2021).
8. Long-ESA. URL: <http://mobbit.info/item/2012/7/23/long-esa-samyi-bystryi-v-mire-elektricheskii-aeroplan-14-foto-video> (дата обращения: 26.03.2021).
9. Aquila URL: <http://www.airwar.ru/enc/bpla/aquila.html> (дата обращения: 26.03.2021).

УДК 378.147

Р. В. Рамазанов

студент кафедры электромеханики и робототехники

В. П. Дашевский – кандидат технических наук – научный руководитель

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИНТЕРОВ ДЛЯ ПЕЧАТИ НЕСМЫВАЕМОЙ МАРКИРОВКИ НА МЕТАЛЛЕ

Введение

УФ-печать [1] – вид струйной печати. По данной технологии рисунок наносится красками, полимеризующимися под целенаправленным воздействием на них ультрафиолетовых лучей. Из-за ультрафиолета чернила превращаются в полимер, а верхний слой на участках, в которых они присутствуют на носителе изображения, покрывается пленкой, способной выдерживать самые разные внешние воздействия.

УФ-печать на металле – это единственная возможность наносить изображения на неподготовленные поверхности. Лучи превращают краски в твердое вещество, надежно держащееся на плоскости. По этой причине рисунок надолго сохранит цвет, а также не повредится от различных внешних воздействий.

Проблемы с ЧПУ-принтерами, предназначенными для нанесения промышленной маркировки:

1. Маркировка должна быть устойчивой к смыванию растворителями и истиранию. Большинство стандартных чернил, используемых в струйной печати, производится либо на водной, либо на спиртовой основе, что делает их легко смываемыми ацетоном и даже более легкими растворителями. Толщина слоя чернил после высыхания также мала, что приводит к легкому истиранию.

2. Детали корпусов и листовые заготовки могут быть разной высоты, в том числе быть изогнутыми винтом, отклонение металлического листа формата А3 от опорной плоскости может достигать 3 мм. Для четкой печати требуется выдерживать расстояние от сопел головки до поверхности листа, в связи с чем принтер должен уметь динамически корректировать высоту головки над поверхностью по мере печати.

3. Подача чернил в головку должна происходить непрерывно из баков с краской, которые можно подливать по мере их расхода. Чернила должны иметь возможность отверждения за счет УФ-излучения или тепловой активации либо за счет покрытия защитным лаком.

4. Практика эксплуатации принтеров с компонентами EPSON показала, что струйные принтеры имеют склонность к пересыханию дюз при длительном простое, в результате чего промывка принтера приводит к значительным потерям времени и компонентов чернил.

Представляет интерес разработка принтера, позволяющего избавиться от перечисленных недостатков: печать УФ-отверждаемыми красками, контроль цветопередачи, контроль и стабилизация расстояния до детали, подлив чернил по мере расхода, датчик наличия чернил, регулярная автоматическая прочистка дюз даже при редком использовании, с возможностью контроля каждой дюзы, коррекция ортогональности осей X и Y. На первом этапе можно ограничиться печатью на основе собственного протокола, далее организовать поддержку протоколов сетевого принтера.

Для того чтобы спроектировать принтер, отвечающий всем требованиям, необходимо разобратся в структурных особенностях УФ-принтера.

Конфигурации принтеров

Основные конфигурации УФ-принтеров [2]:

для работы с рулонными носителями;

конвейерной конфигурации;

планшетной конфигурации.

Для печати на мягких носителях (ткани, холсты, сетки) подходит принтер первого типа. В подобных станках материал подается благодаря прижимным роликам. Идеальный вариант для печати на рулонных материалах.

Второй тип принтера, смешанный. Он подойдет и для мягких, и для некоторых жестких носителей. Конвейер в данном случае – это натянутая между двумя валами сетчатая лента. Чтобы зафиксировать материал, применяется вакуумная система прижима. Данный тип принтеров особенно полезен при тиражном производстве, так как станки оснащены системой подачи рулонных материалов. Для печати на жестких материалах принтер походит, но имеет один недостаток: отклонение материала при подаче. Это происходит из-за неравномерности натяжения конвейерной ленты и материала, из которого она состоит.

Последний тип конфигурации принтеров подходит для печати на жестких материалах (пластик, древесина, стекло, металл). Для печати также необходим неподвижный стол, на котором с помощью вакуумной системы прижима закрепляется материал. Таким образом решается проблема смещения материала и увеличивается точность нанесения краски. В ходе диссертационной работы необходимо спроектировать станок данного типа.

УФ-чернила

УФ-чернила – это полимер, почти полностью переносимый на поверхность и не испаряющийся в последствии.

Компоненты УФ-отверждаемых чернил [3]:

- фотоинициаторы;
- олигомеры;
- мономеры;
- красители;
- специальные добавки.

Фотоинициаторы являются ключевыми компонентами. Как только ультрафиолетовый свет поглощается из находящегося в печатной каретке источника, фотоинициаторы попадают в реагенты, запускающие химическую реакцию полимеризации. В итоге жидкие чернила преобразуются в твердую пленку.

Олигомеры необходимы для того, чтобы определить конечные свойства отвержденной пленки.

Мономер – единая молекула, которая в связке с другими мономерами формирует полимер. В составе чернил необходимы для того, чтобы придать им специальные свойства. Например, твердость пленки или вязкость химического соединения.

В основе красителей – краски или пигменты. Чаще всего встречается второй вариант из-за световозвращающей способности и долговечности.

Чтобы добиться равномерного покрытия материала, в составе чернил присутствуют специальные ПАВ. Это помогает управлять процессом распыления и обеспечить хорошее качество изображения.

Фотоинициаторы активизируют реакцию полимеризации, вследствие чего образуются межмолекулярные связи. Полимеризация происходит и после того, как УФ-излучение заканчивается. Как только все компоненты участвуют в реакции, начинается полная полимеризация чернил. Скорость отверждения зависит от мощности УФ-излучения. Чем оно мощнее, тем выше скорость.

По итогу химической реакции образуется пленка, имеющая прочные молекулярные связи и структуру с отработанными фотоинициаторами в ней.

Система отверждения краски

На сегодняшний момент существуют следующие средства для отверждения чернил:

- УФ-лампы;
- УФ-светодиоды.

УФ-лампы располагаются на печатной каретке принтера. С задней от печатного поля стороны к лампе устанавливают алюминиевый отражатель и мощную систему охлаждения. Преимущественно модели принтеров оснащены шторками, защищающими материал от воздействия излучения при обратном ходе каретки. Эти шторки автоматически открываются и закрываются исходя из выбранного режима печати. Чтобы использовать УФ-лампы, в принтере должна присутствовать система охлаждения ламп и система охлаждения материала после облучения. Из-за большого выделения тепла при работе ламп, высокого потребления энергии, маленького срока службы и ненадежности системы охлаждения данный тип является менее выгодным. Для снижения риска выхода из строя рекомендуется проводить постоянную профилактику систем охлаждения и соблюдать условия эксплуатации.

Альтернативой лампам являются УФ-светодиоды. Они выгодно отличаются высоким КПД светодиодных планок, отсутствием сильного нагрева материала, низким энергопотреблением и быстрым включением. По сравнению с лампами УФ-светодиоды намного долговечнее (больше чем в сорок раз). Среди минусов: слабая мощность излучения диодов, необходимость в специальном химическом составе чернил, небольшой выбор на рынке поставщиков краски.

Система подачи чернил

Для постоянной подачи краски к печатающим головкам принтера существует система подачи чернил [4]. В данную систему входят:

- емкости хранения красок;
- помпы;
- система рециркуляции белого цвета;
- насосы обратного давления;
- печатающие головки.

Емкости сделаны из непрозрачного материала, потому что чернила имеют особенность затвердевать из-за УФ-света. Влияние солнечного света в течение продолжительного времени оказывает воздействие на свойства чернил. Поэтому трубки для красок сделаны из материала черного цвета.

Помпы необходимы для того, чтобы осуществлять подачу краски из емкостей к печатной каретке.

Из-за особенности белой краски расслаиваться на компоненты при долгом нахождении в емкости придумана система рециркуляции. Она помогает обеспечить однородный состав чернил.

После завершения работы с принтером важно, чтобы чернила не вытекали из дюз печатных головок. Поэтому в субтанках должно быть обратное давление. Это можно сделать либо регулированием положения субтанка, либо с помощью принудительного создания обратного давления. Первый способ организуется благодаря изменению вертикального положения субтанка со стороны печатной головки. Из-за этого создается обратное давление. Данный способ экономичен. Минус заключается в сложности регулирования давления в колеблющихся и изменчивых условиях. Также возможны сбои подачи краски в головки при высокой скорости печати. Второй способ предполагает создание отрицательного давления в субтанках с помощью специальной системы. Данная система позволяет легко регулировать процесс при разных условиях. Сбои в подаче красок при высокой скорости печати отсутствуют.

Печатающие головки

Печатающие головки в УФ-принтерах в основном такие же, как и в принтерах с чернилами на основе растворителя. Самая главная характеристика головок – скорость и высокая детализация изображения.

Скорость печати зависит от нескольких факторов. Один из них: частота тактов работы выпрыскивающих чернила пьезоэлементов. При высокой частоте достигается большое количество точек, которые печатная головка способна положить на единицу длины со скоростью перемещения каретки. Для достижения высокой частоты печати необходима дорогостоящая электроника.

Чем больше головок устанавливается на один цвет, тем выше скорость печати. Это соотношение кратно количеству головок. Но с увеличением количества головок возникает проблема сведения. Начиная с четырех печатающих головок настройка работы принтера становится заметно сложнее. Их нужно сводить, чтобы головки для одного цвета не путались с головками для другого цвета.

Качество печати зависит от размера капли и количества печатных дюз на единицу длины в печатных головках. Специализированные машины для печати больших баннеров в промышленных масштабах имеют головки с величиной капли от 80 до 40 пиколитров. При высоких скоростях производства данный размер капли позволяет достичь насыщенной и равномерной заливки однородных цветов. Маленькие капли подходят для интерьерного качества, но уступают в скорости.

В случаях, когда необходимо в рамках одного печатного станка реализовать и высокое качество печати, и промышленную скорость производства, используются динамические капли, которые способны менять размер исходя из типа запечатываемой области.

Также качество изображения зависит от количества печатных дюз на единицу длины. Дюзами называют небольшие отверстия в головке, из которых выпрыскиваются чернила. Количество дюз определяет возможность печатной головки наносить большое количество капель на материал за один

проход. Чем больше дюз, тем больше капель и больше их плотность относительно друг друга, что позволяет достичь равномерной картинке.

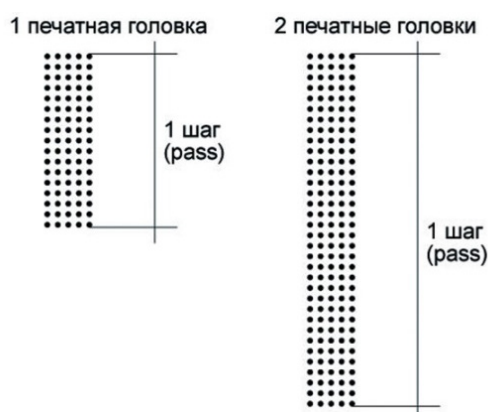


Рис. 1. Влияние количества печатающих головок на скорость принтера

Еще для равномерного нанесения изображения в некоторых головках присутствует система подогрева чернил перед впрыском. Есть головки с общей системой для всех субтанков и головки с возможностью выбора индивидуальной температуры на каждый субтанк. Второй вариант системы подогрева помогает добиться точной настройки каждого из цветов.

Система координат в принтерах

Для разработки принтера, печатающего изображение на поверхностях со сложной геометрией, необходимо разобраться в системе координат ЧПУ-принтерах [5]. В большинстве станков используется декартова система координат, которая позволяет двигаться вдоль определенной плоскости по осям X , Y , Z .

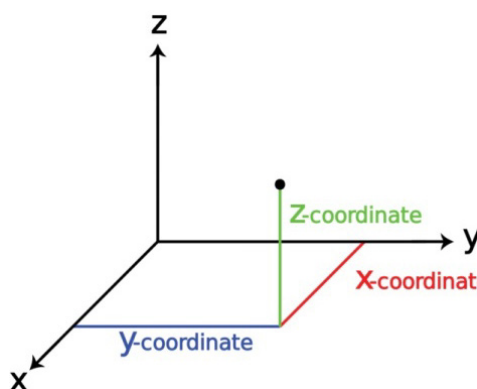


Рис. 2. трехмерное пространство для перемещения принтера

Две соединенные оси формируют плоскость. Плоскости делятся на четыре квадранта, имеющие положительные и отрицательные значения.

По оси X станок движается влево и вправо, по оси Y – вперед и назад, по оси Z – вверх и вниз.

Вдоль декартовой системы координат движется ЧПУ, а не стол с материалом. При увеличении координаты X станок движется вправо от заготовки, а заготовка соответственно оказывается слева от инструмента.

Во всех ЧПУ-принтерах существует исходная точка (Machine Home), так как при первой загрузке ЧПУ не знает, в каком месте он находится, и ему необходима калибровка. Происходит это следующим образом: все оси движутся к максимальному механическому пределу, после чего отправляется сигнал контроллеру, записывающему исходное положение для каждой оси.

В некоторых станках есть физический концевой выключатель, посылающий сигнал контроллеру о том, что инструмент достиг предела оси. Есть станки с сервосистемой, позволяющей осуществлять

калибровку точно и плавно. В таких ЧПУ контроллер сигнализирует подключенному к каждой оси серводвигателю через печатную плату. После этого серводвигатель вращает прикрепленный к столу на станке шариковый винт, что приводит стол в движение. Движение стола сообщает об изменении координат с высокой точностью.

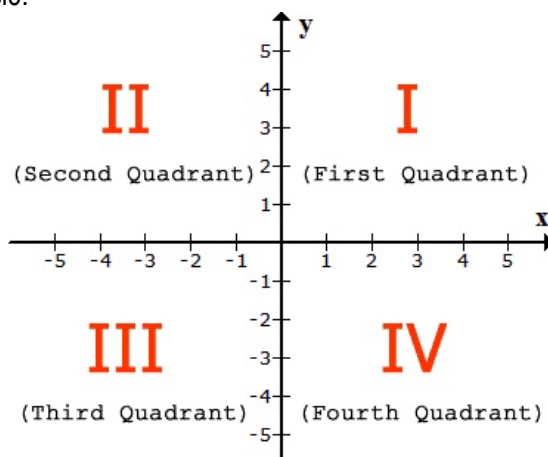


Рис. 3. квадранты плоскости

Принтер использует свою внутреннюю систему координат со своими предельными значениями X, Y, Z. Для упрощения процесса написания программ операторы пользуются другой системой координат, называемой WCS. Данная система определяет исходную точку в блоке материала (как правило, в программном обеспечении CAM). После установки исходной точки оператор находит ее непосредственно внутри станка с помощью средства определения местоположения. Координаты принтера и координаты WCS отличаются, поэтому станок использует рабочее смещение для определения разницы между координатами.

Заключение

Оптимальная конфигурация для принтера, печатающего несмываемую маркировку на металле, выглядит следующим образом:

- планшетный УФ-принтер;
- УФ-светодиоды для отверждения краски;
- до четырех печатных головок на один цвет;
- маленькие капли.

Выбор комплектующих зависит от поставленной задачи и выделенного бюджета. Предложенный вариант подходит для печати небольшой маркировки на поверхности со сложной геометрией. В дальнейшем нужно будет подобрать комплектующие согласно сформулированным требованиям.

Библиографический список

1. Мирчев В. Ю. Способ отверждения вещества УФ-излучением и устройство для его осуществления. URL: https://www1.fips.ru/fips_serv1/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2401703&TypeFile=html. (дата обращения: 15.02.2021).
2. Хельмут. Разнообразие УФ-видов. Publish. URL: https://www.publish.ru/articles/200710_4744918 (дата обращения: 15.02.2021).
3. Бодьян Л. А. Сегмент УФ-печати в провинциальном городе. URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/88/4795> (дата обращения: 15.02.2021).
4. Багаев. Наружка. 2010. № 29. С. 48–51.
5. Харченко А. О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств. М.: Инфра-М, 2015. 272 с.

УДК 338.45

Т. С. Ромашова

студентка кафедры программно-целевого управления в приборостроении

Г. С. Армашова-Тельник – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В ПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ

Проблема управления энергетическими ресурсами стоит очень остро во всем мире. В настоящее время вопросам эффективного использования энергетических ресурсов уделяется повышенное внимание в большинстве стран, в том числе и в России. Энергопотребление связано с воздействием на окружающую среду, а значит, и на здоровье населения. Кроме того, энергоэффективность – это залог устойчивого развития экономики любой страны, любого предприятия. Объем электричества, который в России расходуется напрасно, по оценкам аналитиков, равен годовому энергопотреблению Франции. Но в последние годы Россия занимает активную позицию по развитию энергосбережения и повышению эффективности использования энергии.

В эффективном управлении энергетическими ресурсами заинтересованы экономические системы всех стран. 15 июня 2011 г. принят международный стандарт ISO (ИСО) 50001:2011 «Системы управления энергией (Энергоменеджмент). Требования. Рекомендации к использованию». Ключевая концепция стандарта ISO 50001 представляет собой процессный подход: планируй (постановка целей) – действуй (внедрение в производство) – проверяй (контроль) – совершенствуй (разработка дальнейших мероприятий) [1], [2]. Интерес к данной теме растет как со стороны государств, так и со стороны собственников предприятий, которые заинтересованы в развитии своего производства. Снижение энергозатрат на предприятии обеспечивает контроль себестоимости и повышение конкурентоспособности продукции как на внутренних рынках страны, так и на международных, а также снижение негативного воздействия на окружающую среду и ограничение выбросов парниковых газов. Каждое предприятие выпускает продукцию, у которой есть своя себестоимость. В зависимости от типа производства доля топливно-энергетических ресурсов (электроэнергия, газ, вода и т. д.) может быть разной. Если рассматривать небольшое производство, то это примерно 3–4 %, а если крупное металлургическое, то эта доля может достигать до 50–60 %. Для снижения себестоимости выпускаемой продукции и как следствие повышения его конкурентоспособности необходимо грамотное управление энергетическими ресурсами. Управление энергетическими ресурсами – это комплекс технических и организационных мероприятий, направленных на снижение постоянных затрат энергоресурсов и энергоемкости продукции. При перманентном росте цен на топливно-энергетические ресурсы, глобальное изменение климата и уменьшение запасов природных ресурсов на предприятиях разрабатываются программы по энергосбережению.

Под энергосбережением понимается процесс уменьшения энергопотребления за счет повышения эффективности использования энергии. Управление энергосбережением в промышленности называется неразрывный процесс, взаимосвязанных функций управления, а именно [3]:

- прогнозирования энергопотребления предприятием;
- планирования и организации производства, потребления и поставок энергии;
- мотивации энергосбережения;
- учет и анализ энергозатрат;
- оценка энергосбережения;
- контроль энергопотребления, энергозатрат и энергопотерь;
- регулирования процессов, направленных на реализацию этих функций).

Одной из предпосылок энергосбережения на предприятии является создание системы энергетического менеджмента. То есть энергоменеджмент – это не только оптимально организованное, но и гибкое управление энергетическими ресурсами всего производства, и небольшого цеха и предприятия в целом. Невозможно говорить о системном снижении расходов на энергоресурсы без эффективного энергоменеджмента. Внедрение на предприятии системы энергетического менеджмента поз-

воляет выявить слабые стороны функционирования предприятия и сбалансировать оптимальное потребление энергетических ресурсов. Кроме того, энергоменеджмент можно рассматривать с позиций комплекса мероприятий, направленных на экономию энергетических ресурсов предприятия, таких как: постоянный контроль и учет энергопотребления, разработка политики энергопотребления, планирование и внедрение новых энергосберегающих мероприятий и т. д., а также повышение мотивации сотрудников, внедрение систем контроля и поощрения энергосбережения, обучение персонала.

Интеграция энергетического менеджмента в производство представляет собой длительный, и, в некотором смысле перманентный процесс, а не разовый проект (рис. 1) [4], [5].

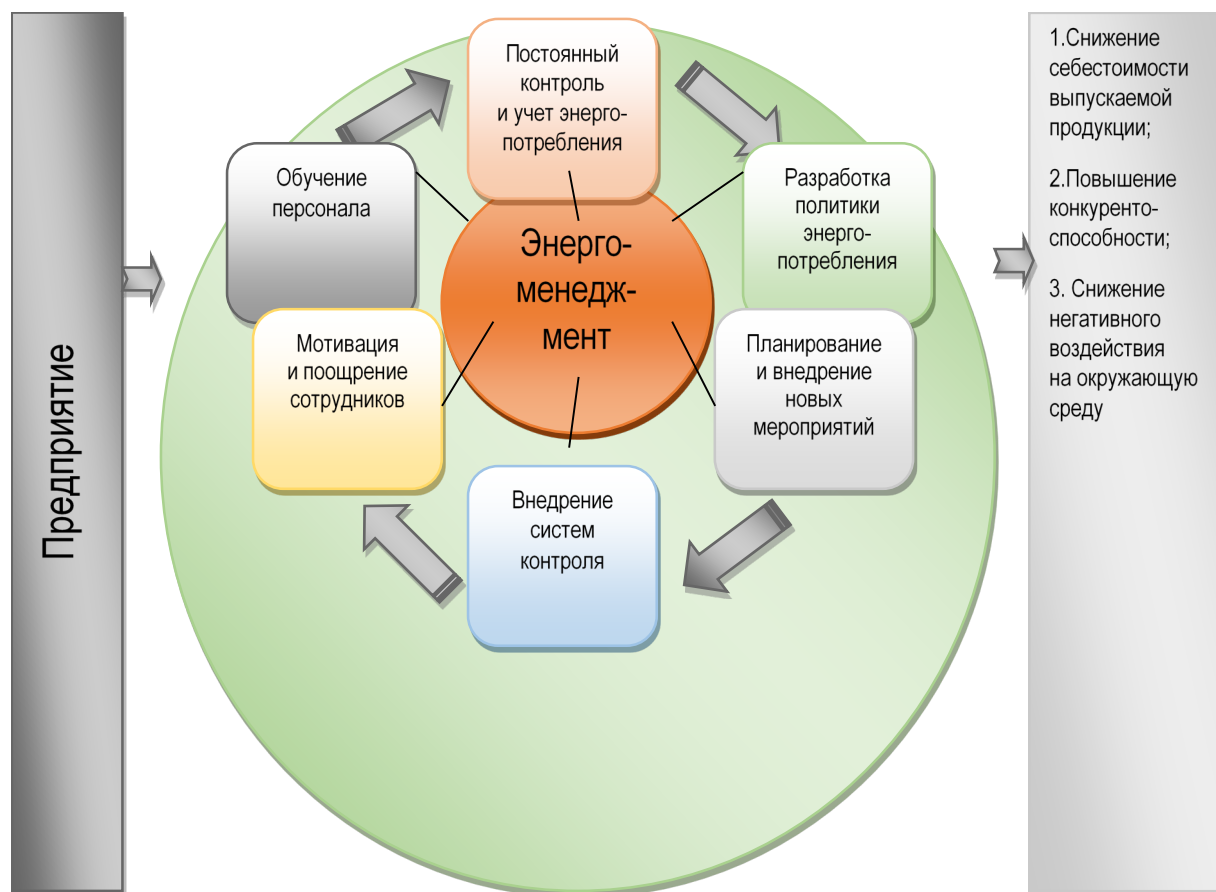


Рис. 1. Схема внедрения энергоменеджмента на промышленном предприятии

Данные анализа деятельности промышленных предприятий Северо-Запада (ЦЭФИР, 2018–2019, 2020 I, II кварталы) [3], [7] демонстрируют потенциальный рост доли энергосбережения в промышленности (до 20–25 % годового потребления топливно-энергетических ресурсов) после внедрения системы энергоменеджмента. Несмотря на сокращение издержек на употребление топливно-энергетических ресурсов и повышения экономической эффективности производства, а, следовательно, и снижение себестоимости выпускаемой продукции, в России применение энергосберегающих технологий развивается недостаточно быстро. Анализ состояния энергопотребления на промышленных предприятиях демонстрирует [6], что многие из них по-прежнему не проводят серьезной работы по внедрению энергоменеджмента и снижению энергоемкости выпускаемой продукции. Программы энергосбережения на предприятиях либо совсем отсутствуют, либо разрабатываются формально.

Развитие Российской промышленности и повышение ее конкурентоспособности на мировом рынке возможно только при формировании и реализации программ энергосбережения. Для этого необходима серьезная корректировка законодательной и нормативно-правовой базы данного вопроса. В настоящее время базовым документом в области энергосбережения принятым правительством России является федеральный закон от 23.11.2009. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные

акты Российской Федерации» [3] Закон направлен на создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергоэффективности. Еще одним из основных документов принятым правительством России является Энергетическая стратегия России [3] на период до 2035 г., утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р. Настоящая Стратегия определяет цели и задачи развития энергетического сектора страны на период до 2035 г., приоритеты и ориентиры, для максимально эффективного использования природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для устойчивого роста экономики и укреплению ее внешнеэкономических позиций. Несмотря на то, что Россия остается одной из энергоемких стран мира и не все предприятия Российской Федерации спешат с внедрением системы энергоменеджмента, есть определенные результаты. Все больше предприятий понимают о необходимости реализации энергосберегающих мероприятий, которые не только приносят прибыль, но и благотворно воздействуют на экологическую конъюнктуру в стране.

Библиографический список

1. Скобелев Д. О., Степанова М. В. Энергетический менеджмент: Руководство по управлению энергопотреблением для промышленных предприятий. 2020. 15 с.
2. ГОСТ Р 56828.24-2017. Наилучшие доступные технологии. Энергосбережение. Руководство по применению наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности, 2017. С. 1–4.
3. Энергетическая стратегия российской федерации на период до 2035 года. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 25.12.2020).
4. Аналитика. Организация энергосбережения Энергоменеджмент. 2021. URL: <http://portal-energo.ru/articles/index/id/55> (дата обращения: 25.12.2020).
5. SAP, энергосбережение и упущенная прибыль сетевых компаний. 2016. URL: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/970> (дата обращения: 10.01.2021).
6. Некоммерческое партнерство инженеров. 2021. Перспективы энергосбережения и энергоменеджмента в России. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7210 (дата обращения: 10.01.2021).
7. Управление энергией. Построение системы энергетического менеджмента на основе международного стандарта ISO 50001:2011. 2021. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2013-october/1104261/> (дата обращения: 10.01.2021).

УДК 681.51

Р. В. Рудаков

студент кафедры электромеханика и робототехника

С. А. Сериков – доктор технических наук, доцент – научный руководитель

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОВ

Термин «искусственный интеллект», как известно, программисты и исследователи использовали еще в 1950-х гг. – для описания машин, способных без посредничества человека адекватно решать абстрактные задачи. А машинное обучение – это один из наиболее известных методов практической реализации возможностей искусственного интеллекта. Машинное обучение базируется на создании алгоритмов, обладающих встроенной способностью распознавать паттерны при анализе больших массивов данных и использовать их для самообучения.

Обучение с подкреплением – один из способов машинного обучения, в ходе которого испытуемая система (агент) обучается, взаимодействуя с некоторой средой. Откликом среды (а не специальной системы управления подкреплением, как это происходит в обучении с учителем) на принятые решения являются сигналы подкрепления, поэтому такое обучение является частным случаем обучения с учителем, но учителем является среда или ее модель.

В обучении с подкреплением существует агент взаимодействует с окружающей средой, предпринимая действия. Окружающая среда дает награду за эти действия, а агент продолжает их предпринимать.

Алгоритмы с частичным обучением пытаются найти стратегию, приписывающую состояниям окружающей среды действия, одно из которых может выбрать агент в этих состояниях.

На данный момент актуальны некоторые простые методы машинного обучения с подкреплением в робототехнике, такие как:

Метод Q-обучения

Алгоритмы Q-обучения оперируют функцией качества $Q(s, a)$, обозначающей наибольший возможный счет, которого можно достичь в конце игры после выбора действия a в состоянии s [1].

Данный метод применяется в искусственном интеллекте при многоагентном подходе, то есть при взаимодействии нескольких агентов между собой. Агент создает функцию полезности Q на основе вознаграждения от среды, что дает возможность агенту выбирать стратегию поведения не случайно, а учитывая опыт взаимодействия.

Алгоритмы Q-обучения оперируют функцией качества $Q(s, a)$, обозначающей наибольший возможный счет, которого можно достичь в конце игры после выбора действия a в состоянии s .

Алгоритм

1. Инициализация
for each s and a do $Q[s, a] = \text{RND}$ // инициализируем функцию полезности Q от действия a в ситуации s как случайную для любых входных данных

2. Наблюдение:

1. $s' = s$ // Запомнить предыдущие состояния
2. $a' = a$ // Запомнить предыдущие действия
3. $s = \text{FROM_SENSOR}$ // Получить текущие состояния с сенсора
4. $r = \text{FROM_SENSOR}$ // Получить вознаграждение за предыдущее действие

3. Обновление полезности:

1. $Q[s', a'] = Q[s', a'] + \text{LF} * (r + \text{DF} * \text{MAX}(Q, s) - Q[s', a'])$

4. Выбор действия:

1. $a = \text{ARGMAX}(Q, s)$
2. $\text{TO_ACTIVATOR} = a$
5. Repeat: GO TO 2

LF – это фактор обучения. Чем он выше, тем сильнее агент доверяет новой информации.

DF – это фактор дисконтирования. Чем он меньше, тем меньше агент задумывается о выгоде от будущих своих действий.

Проблема метода в том, что он по своей архитектуре работает только с дискретными действиями, то есть с действиями которые меняются от состояния к состоянию.

Метод SARSA

Алгоритм SARSA – это небольшая вариация популярного алгоритма Q-Learning. Для обучающего агента в любом алгоритме обучения с подкреплением политика может быть двух типов:

Методика Q-обучение – это техника off policy и использует жадный подход для изучения значения Q. С другой стороны, метод SARSA – это политика включения и использования действия, выполняемое текущей политикой, для определения значения Q. Эта разница видна в различии операторов обновления для каждого метода:

Q- обучение – $Q(S_t, A_t) = Q(S_t, A_t) + \gamma (R_{t+1} + \max_a Q(S_{t+1}, A) - Q(S_t, A_t))$

SARSA – $Q(S_t, A_t) = Q(S_t, A_t) + \gamma (R_{t+1} + Q(S_{t+1}, A_{t+1}) - Q(S_t, A_t))$ [2].

Здесь уравнение обновления для SARSA зависит от текущего состояния, текущего действия, полученного вознаграждения, следующего состояния и следующего действия. Это наблюдение привело к тому, что метод обучения был назван SARSA, что означает действие State Action Reward State Action, которое символизирует кортеж (s, a, r, s', a') .

On Policy: в этом случае обучающий агент изучает функцию значения в соответствии с текущим действием, производным от используемой в настоящее время политики.

Off Policy: в этом случае обучающий агент изучает функцию значения в соответствии с действием, полученным из другой политики.

Задача о многоруком бандите и ее проблема

A – множество возможных действий (ручек автомата),

$p_a(r)$ – неизвестное распределение награды $r \in \mathbb{R} \forall a \in A$,

$\pi_t(a)$ – стратегия агента в момент $t \forall a \in A$.

Игра агента со средой:

- инициализация стратегии $\pi_1(a)$
- для всех $t=1 \dots T$
- агент выбирает действие (ручку) $a_t \sim \pi_t(a)$;
- среда генерирует награду $r_t \sim p_{a_t}(r)$;
- агент корректирует стратегию $\pi_{t+1}(a)$.

$$Q_t(a) = \frac{\sum_{i=1}^t r_i [a_i = a]}{\sum_{i=1}^t [a_i = a]} \quad Q_t(a) = \frac{\sum_{i=1}^t r_i [a_i = a]}{\sum_{i=1}^t [a_i = a]} - \max \text{ средняя награда в } t \text{ играх}$$

$$Q^*(a) = \lim_{t \rightarrow \infty} Q_t(a) \rightarrow \max \text{ ценность действий } a$$

У нас есть автомат с N ручками, на каждом шаге мы используем одну ручку из N . Выбор действия a_t на шаге t влечет награду $R(a_t)$ при этом $R_a \forall a \in A$ есть случайная величина, распределение которой неизвестно. Состояние среды у нас от шага к шагу не меняется, а значит множество состояний SS тривиально, ни на что не влияет, поэтому его можно проигнорировать. Предположим, что на каждое действие приходится некоторое распределение, не меняющееся со временем. Если мы знаем это распределение, то нам бы требовалось только подсчитать математическое ожидание для каждого распределения и выбрать действие с максимальным математическим ожиданием и исполнять это действие на каждом шаге.

Проблема в том, что распределения неизвестны, однако можно оценить математическое ожидание некоторой случайной величины с неизвестным распределением.

Проблема производительности

Реализация интеллектуального управления роботами ограничивается вычислительной производительностью бортовых компьютеров. Это особенно актуально в микро-робототехнике, например,

при роевом взаимодействии. Выходом из данного противоречия может быть создание систем управления на основе «условных рефлексов», когда каждому состоянию соответствует определенное действие. Формирование таких «условных рефлексов» для роботов возможно методом обучения с подкреплением путем их тренировки в искусственной среде при соответствующем выборе функции подкрепления.

Возможности огромных данных

Информационным гигантам сейчас доступна огромная статистика поступков людей. Обработывая ее методами машинного обучения, корпорации могут, например, сегментировать аудиторию. И они могут предлагать определенному сегменту людей то, чего они могли бы хотеть, опираясь на полученные данные. То есть с помощью того же искусственного интеллекта компании более точно подходят к созданию или разработке продукта, так как производится он под определенных людей.

Боты уже научились разговаривать и выполнять некоторые действия, даже проявлять эмоции, но это все еще далеко от человеческих.

Пока не может быть и речи о построении динамической модели, которая сама умеет в реальном масштабе времени прогнозировать события окружающего мира и учитывает тренды и цикличность психических процессов.

Настоящее и будущее

Многие технологии уже применяются в робототехнике, причем не только в прототипах, но и в массовом производстве. Лучше всего себя показывают такие области, как компьютерное зрение и обработка естественного языка. Уже сейчас существуют роботизированные системы, успешно применяющие те или иные наработки в области искусственного интеллекта. К самым известным относят три типа роботов:

– *беспилотные автомобили*. Мы можем наблюдать, как эта сфера прогрессирует, ведь в данный момент активно тестируются, а в некоторых странах уже и применяют беспилотные автомобили. За этим будущее и возможно уже через 5 лет по улицам будут ездить автомобили, а пассажиры будут заниматься своими делами. Прогресс в этой сфере необходим, он снизит количество происшествий на дороге;

– *промышленные роботы*. На производстве они применяются уже достаточно долго (например, высокоточные станки или манипуляторы для сборки машин), но технологии искусственного интеллекта начали проникать сюда недавно, например, машинное обучение роботов, призванных корректировать работу сервомоторов, или же использование компьютерного зрения для оценки того, как лучше упаковать продукт;

– *кухонные роботы*. Компьютерное зрение помогает им определить местонахождение ингредиентов и утвари и составить план приготовления блюда.

В будущем развитие робототехники будет происходить в первую очередь за счет более широкого и глубокого внедрения искусственного интеллекта.

Будущий прогресс

- захват объектов и манипуляция ими будут доведены до уровня действий человека;
- мобильность роботов, преодоление ими препятствий также перейдут на новый уровень возможностей сравнимым с человеческими умениями;
- разговор с роботом будет неотличим от разговора с человеком;
- затраты и время на программирование роботов будут сокращаться, что сделает их самих дешевле, а внедрение автоматизации – шире.
- в рамках решения своих задач роботы станут полностью автономными, тогда как выход за их пределы потребует вмешательства человека;
- непрерывный обмен информацией и какими-то удачными решениями между роботами ускорит процесс самообучения;
- роботы начнут не просто общаться, как люди, они смогут планировать поведение с учетом возможного эффекта на окружающих, по сути, выработают социальный интеллект;
- благодаря технологиям искусственного интеллекта роботы получат не просто базовые знания по определенному виду деятельности, но и станут считаться высококлассными специалистами, например, в качестве продавцов или медсестер.

Подводя итог, можно с уверенностью сказать, что машинное обучение достигло высокого уровня, но в то же время есть куда двигаться.

Библиографический список

1. *Коробов Д. А., Беляев С. А.* Современные подходы к обучению интеллектуальных агентов в среде Atari. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-obucheniyu-intellektualnyh-agentov-v-srede-atari> (дата обращения: 20.11.2020).
2. *Лонза А.* Алгоритмы обучения с подкреплением на Python, 2019. С. 82–91.

УДК 004.93'1

И. М. Рыбаков

студент кафедры электромеханики и робототехники

С. А. Сериков – доктор технических наук, доцент – научный руководитель

СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РТС

Существенные достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения, рост вычислительных мощностей, появление новых математических моделей и алгоритмов, повышение разрешающей способности и других параметров камер, развитие полосы пропускания каналов связи – все эти факторы способствуют введению как в обыденную жизнь, так и в профессиональные сферы деятельности принципиально новых технологий, упрощающих наш быт, автоматизирующих производственные процессы, анализирующих крупные массивы данных. Еще 10–15 лет назад такое понятие, как искусственный интеллект, казалось фантастическим и невоплотимым в реальности, но сегодня его влияние на нашу повседневную жизнь гораздо больше, чем когда-либо прежде. Само компьютерное зрение лежит в основе таких приложений, как поиск изображений, ориентация роботов в пространстве, анализ медицинских изображений, управление фотографиями, и многих других [1].

Прежде всего, необходимо дать определение рассматриваемой технологии. Компьютерное зрение – это область искусственного интеллекта, которая обучает компьютеры понимать и интерпретировать визуальный мир. Используя цифровые изображения с камер и видео, а также модели глубокого обучения, машины могут выполнять такие задачи, как обнаружение, отслеживание и классификация объектов [2].

Начало развития компьютерного зрения было положено в 50-х гг. XX в. Непосредственно область исследования искусственного интеллекта была основана на летнем семинаре, проведенном в кампусе Дартмутского колледжа в 1956 г.

В тот же период проводилось нейрофизиологическое исследование, направленное на изучение реакции нейронов на различные воздействия. В 1959 г. была опубликована статья «Receptive fields of single neurons in the cat's striate cortex», в которой описывались основные свойства зрительных корковых нейронов кошек, а также о том, как накопленный зрительный опыт кошки формирует корковую структуру мозга кошки [3]. Было установлено, что зрение имеет иерархическую структуру. Сначала нейроны обнаруживают простые элементы, такие как грани, которые затем используются при распознавании более сложных, таких как формы объекта. В конечном счете эти этапы приводят к распознаванию сложных визуальных образов [4]. Таким образом, эту статью можно считать одной из первых публикаций, посвященных нейросетям.

В 1958–1960 гг. ученый Фрэнк Розенблатт из Корнелльского университета создал вычислительную систему «Марк-1», способную обучаться в простейших задачах. Она была построена на перцептроне, нейронной сети, которую Розенблатт разработал тремя годами раньше. Устройство предназначалось для распознавания зрительных образов.

В 1960-х гг. появились первые программные системы обработки изображений, в основном используемые в области космических исследований, требовавших обработки большого количества цифровой информации. Этот же период можно охарактеризовать популяризацией и дальнейшим разочарованием областью искусственного интеллекта. Ранние исследователи рассматривали компьютерное зрение как первую ступень к полноценному искусственному интеллекту и были чрезвычайно оптимистичны в отношении будущего этих связанных областей. Однако ни государственное и частное финансирование, ни открытие исследовательских центров по всему миру не помогли в оправдании высоких ожиданий общественности. Получаемые результаты исследований не соответствовали раннему ажиотажу. Область подвергалась интенсивной критике и несла финансовые потери. Основной причиной стало то, что вычислительная аппаратура того времени не поспевала за сложностью рассматриваемых задач, но также были недостатки в организации работы ученых. К середине 1970-х гг. правительства и корпорации теряли веру в искусственный интеллект. Финансирование прекращалось, и последовавший за этим период стал известен как «зима искусственного интеллекта», продлившаяся порядка четырех десятилетий.

Первое значительное достижение после стольких лет неудач было совершено в 2012 г. на конкурсе ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC). ILSVRC – это ежегодное соревнование по классификации объектов, в котором исследовательские группы тестируют свои алгоритмы распознавания образов и машинного зрения на заданном наборе данных, а затем соревнуются в достижении наиболее высокой точности при выполнении задач распознавания. В 2010 и 2011 гг. алгоритмы победителей ILSVRC имели около 26 % ошибок. Затем, в 2012 г., команда из Университета Торонто применила систему глубокого обучения на основе сверточной нейронной сети под названием AlexNet, которая смогла достичь 16,4 % ошибок. Таким образом, нейронные сети произвели революцию в области искусственного интеллекта. В последующие годы уровень ошибок на конкурсе ILSVRC упал до нескольких процентов, а глубокие нейронные сети обрели статус золотого стандарта для задач распознавания изображений. Эти достижения привлекли внимание специалистов из Кремниевой долины к искусственному интеллекту, что в дальнейшем привело к его широкому внедрению в пользовательские сервисы и устройства, а также в более серьезные области деятельности, такие как промышленность и медицина. Несмотря на все успехи, еще равно заявлять, что компьютерное зрение обошло человеческое, так как люди могут распознать большее количество категорий и осознавать контекст происходящего на изображениях.

Как говорилось ранее, технология компьютерного зрения нашла применение в различных отраслях индустрии и повседневной жизни людей. Далее будут описаны примеры его использования в конкретных сценариях для различных областей.

Направление промышленности приходит на ум первым, когда речь идет об автоматизации. На протяжении многих лет идет непрерывный процесс в развитии машинных производств, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Широко используемые роботы-манипуляторы отлично подходят для выполнения рутинных операций, например, при производстве больших партий одинаковых образцов продукции, но когда речь заходит о манипуляциях объектами с различными размерами и конфигурацией, то становится очевидной необходимость в применении машинного зрения (подраздел компьютерного зрения, применяемый в промышленности и производстве). Оснащая промышленных роботов технологией машинного зрения, можно добиться реализации непрерывной работы над различными продуктами, при этом ничего не меняя в роботизированном комплексе и его программном обеспечении. Такой подход используется адаптивным робототехническим комплексом ABAGY (рис. 1), предназначенным для сварки деталей. Комплекс способен распознавать детали в зоне подачи и определять их положение. При выявлении несоответствия заготовок необходимым параметрам для производства, оператору будет передана информация об этом. Также камеры позволяют системе оценить качество заготовок и конфигурацию среды. Производственный процесс будет автоматически скорректирован на основании этих данных. Программное обеспечение ABAGY исключает необходимость в ручном программировании роботов. Управление производственным процессом происходит автоматически в режиме реального времени. Лазерным сканером проводится сканирование поверхности, которое выявляет отклонения в заготовках изделия, и если они являются допустимым в сравнении с предзагруженной 3D-моделью, то программа автоматически подбирает необходимые режимы сварки и траекторию движения сварочного аппарата. Изделие может менять свое расположение в ходе процесса производства (например, если человек не будет класть подаваемые детали ровно), но его фактическое расположение все также будет определено, и система автоматически адаптируется под изменения [5].

Также компьютерное зрение в промышленности может применяться для мониторинга состояния критически важной инфраструктуры, такой как удаленные скважины, промышленные объекты, рабочая активность и безопасность объектов. Примером является система компьютерного зрения Osprey Reach, установленная на высокоприоритетных участках нефтяных скважин. Информация, собираемая датчиками и камерами, передается в программное обеспечение с искусственным интеллектом, которое предупреждает отдел технического обслуживания о необходимости принятия мер безопасности даже при малейших неполадках, обнаруженных системой [6].

Системы видеонаблюдения являются важной частью городской среды. Они являются важной составляющей для обеспечения безопасности как на открытых пространствах, так и в помещениях.

При этом очевидно, что видеонаблюдение с участием человека является далеко не самым рациональным решением из-за зачастую большого количества камер, за которыми должен следить оператор, и рутинности процесса наблюдения. Для решения этой проблемы создаются системы интеллектуального видеонаблюдения на основе глубокого обучения, задачей которых является распознавание необычных событий или предметов на кадрах видеонаблюдения. Такие системы способны обнаруживать какие-либо аномалии, оценивать позы и анализировать походку человека, отслеживать маршруты перемещения, обнаруживать движущиеся и статические объекты, а также осуществлять распознавание лиц. Такие системы могут использоваться не только в отношении людей, но и транспортных средств, например, для регулирования движения и для контроля соблюдения ПДД. Также они могут применяться для информирования коммунальных служб.

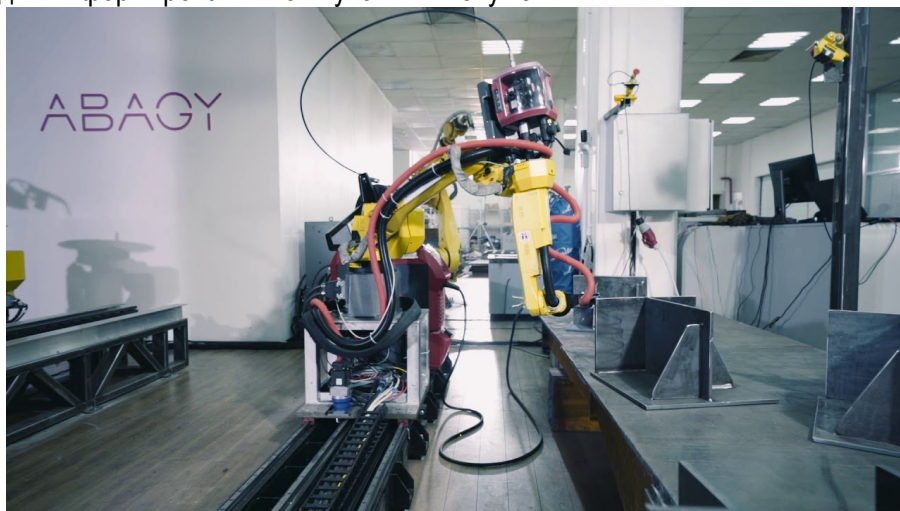


Рис. 1. Робот Abagy

В настоящее время в сфере здравоохранения есть несколько областей, в которых используется компьютерное зрение. Оно помогает медицинским работникам в диагностике пациентов за счет анализа медицинских изображений, прогнозного анализа, мониторинга здоровья и других вспомогательных средств. Системы с машинным обучением и применением компьютерного зрения действительно могут спасти жизни, так как ранние симптомы заболеваний могут быть не замечены врачом, но распознаны системой с высокой степенью точности. Также полученные результаты обследования могут сравниваться с огромным количеством разобранных случаев из базы данных медицинской системы, что поможет в более точной постановке диагноза [7].

Важной составляющей сельского хозяйства является мониторинг растительности, позволяющая как оценить урожай и выявить возможные проблемы. Мониторинг больших посевных площадей людьми занимает много времени и не позволяет получить полную картину происходящего, поэтому процесс нуждается в автоматизации. Так, разработчики из Университета Теннесси под руководством Шона Батлера применили для мониторинга хлопкового урожая квадрокоптер. Дрон фотографировал участки хлопкового поля с определенной высоты, после чего полученные фотографии обрабатывались с помощью алгоритма распознавания изображений. В итоге дрону удалось подсчитать урожай с точностью 93 % с использованием спектральной съемки и 85 % с использованием цифровой камеры [8]. Уже сейчас можно найти готовые решения по внедрению таких систем мониторинга. Так, компания SlantRange свои услуги по предоставлению дронов с компьютерным зрением и интеллектуальной системы, состоящей из датчиков, процессоров, запоминающих устройств, сетей, программного обеспечения на основе искусственного интеллекта и других пользовательских интерфейсов для мониторинга состояния сельскохозяйственных культур [9]. Таким образом, используемые технологии призваны помочь фермерам внедрить более эффективные методы роста, повысить урожайность и, в конечном итоге, увеличить прибыль.

Активному внедрению компьютерного зрения подвергается и автомобильная отрасль. Автомобили нуждаются в системах предупреждения столкновений и автопилота не только ради комфорта водителей, но и для обеспечения безопасности самых уязвимых участников дорожного движения, а

именно пешеходов, велосипедистов и мотоциклистов. Ежегодно гибель в ДТП составляет 2,2 % от всех смертей в мире. Более того, от 20 до 50 млн человек ежегодно получают серьезные травмы в автомобильных авариях. А причиной для возникновения такой ужасающей статистики зачастую является человеческий фактор [10]. Проблема очевидна, и здесь на помощь приходит компьютерное зрение. С помощью компьютерного зрения и интеллектуальных транспортных систем можно предотвратить большую часть инцидентов, снижая вероятность совершения человеческих ошибок за счет помощи в управлении, навигации и мониторинга окружающей обстановки при движении. Одной из компаний, работающих над этой проблемой, является Waymo. Они занимаются созданием беспилотных автомобилей, оснащенных датчиками и программным обеспечением, способным определять движение пешеходов, велосипедистов и транспортных средств, участки, на которых проводятся дорожные работы, и распознавать другие объекты вокруг автомобиля на расстоянии до 300 м. Компания сообщает, что система была успешно протестирована на дорогах общего пользования с итоговым пробегом в несколько млн км [11]. Другой более известной компанией, использующей компьютерное зрение в своих автомобилях, является Tesla (рис. 2). Их электромобили оснащены восемью камерами для кругового обзора, двенадцатью ультразвуковыми датчиками и радаром, предоставляющим дополнительные данные и позволяющим автомобилю «видеть» сквозь сильный дождь, туман, пыль и даже машину, расположенную спереди [12].



Рис. 2. Применение компьютерного зрения в автопилоте Tesla

Следует ожидать, что мобильные роботы, оснащенные компьютерным зрением, внесут свой вклад и в развитие транспортной логистики. Множество компаний уже показали свои наземные варианты реализации роботов-курьеров, в том числе Яндекс (Яндекс.Ровер) и Amazon (Amazon Scout). В условиях городской среды они обязательно должны обладать системой распознавания препятствий с применением машинного обучения для оптимального выполнения своих задач и предотвращению столкновений с различными препятствиями, когда речь идет о переменчивых условиях. Например, робот должен находить свой путь в потоке людей, при этом исключая риск столкновения с ними.

Компьютерному зрению находят все больше и больше сценариев применения. Оно является важным компонентом в условиях стремительной автоматизации задач в отраслях человеческой деятельности. Направление компьютерного зрения и искусственного интеллекта на момент своего появления опережало время, что накладывало значительные ограничения на его развитие. В последние же годы технология возродилась и набирает стремительную популярность. Компьютерное зрение активно используется как на уровне исключительно программных средств, так и в совокупности с робототехническими системами. Помимо описанных ранее сценариев использования компьютерного зрения, существует еще множество задач, с которым оно способно справляться. Так, ему находится применение в потребительской технике, например, в роботах-пылесосах и квадрокоптерах (для распознавания препятствий и построения маршрутов), а также в военных, пожарных и коммунальных роботах.

Библиографический список

1. *Солем Я. Э.* Программирование компьютерного зрения на языке Python / пер. с англ. А. А. Слинкина. М.: ДМК Пресс, 2016. 312 с.
2. Компьютерное зрение. Что это такое и почему это важно. URL: https://www.sas.com/ru_ru/insights/analytics/computer-vision.html (дата обращения: 03.02.2021).
3. How Artificial Intelligence Revolutionized Computer Vision: A Brief History. URL: <https://www.motionmetrics.com/how-artificial-intelligence-revolutionized-computer-vision-a-brief-history/> (дата обращения: 04.02.2021).
4. *Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е.* Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018. 480 с.
5. ABAGY: How it Works. URL: <https://abagy.com/product> (дата обращения: 05.02.2021).
6. Osperity, Intelligent Visual Monitoring and Reporting. URL: <https://osperity.com/osperity-platform/> (дата обращения: 05.02.2021).
7. *Kumar V.* The Role of Computer Vision in Healthcare. URL: <https://www.analyticsinsight.net/the-role-of-computer-vision-in-healthcare/> (дата обращения: 05.02.2021).
8. *Ивтушок Е.* Дрон и компьютерное зрение проследили за урожаем хлопка. URL: <https://nplus1.ru/news/2017/11/20/cotton-drone> (дата обращения: 06.02.2021).
9. New Technologies for Agricultural Intelligence. URL: <https://slantrange.com/technology-overview/> (дата обращения: 06.02.2021).
10. How Computer Vision Can Change the Automotive Industry. URL: <https://medium.com/neuromation-blog/how-computer-vision-can-change-the-automotive-industry-b8ba0f1c08d1> (дата обращения: 06.02.2021).
11. Waymo. Technology. URL: <https://waymo.com/tech/> (дата обращения: 06.02.2021).
12. Future of Driving. URL: <https://www.tesla.com/autopilot> (дата обращения: 06.02.2021).

УДК 621.313

И. О. Саксонов

студент кафедры электромеханики и робототехники

В. Е. Белай – ассистент – научный руководитель**ЭЛЕКТРОМОБИЛИ КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ МИРОВОЙ ЭКОЛОГИИ**

В современном мире развитие электротранспорта – одна из важных частей развития человечества. Многие развитые страны переходят на возобновляемую энергию – электричество. Даже производители огромных автотранспортных компаний понимают, что будущее за электротранспортом. Есть несколько причин развитие электротранспортной отрасли. В первую очередь это связано с тем, что наши запасы нефти не бесконечны. Также многие страны обеспокоены тем, что парниковые газы разрушают озоновый слой. В результате этого разрушения большинство стран Евросоюза решили принять меры, которые приведут к тому, что автомобили внутреннего сгорания значительно сократят в производстве. В будущем имеет, данный вид транспорта будет не выгодно владельцам в связи с повышенным налогом на автомобиль с внутренним сгоранием.

Первый электромобиль появился намного раньше, чем двигатель внутреннего сгорания, однако автомобили внутреннего сгорания имели огромный спрос в мире, так же как и сейчас. Сегодня электромобили занимают 0.7 % от общего рынка производства автомобилей, однако динамика развития электромобилей в последнее время показывает, что их производство и спрос с каждым годом увеличивается (рис. 1) [1]. В данной статье будут приведены 4 причины, почему электромобили будут иметь огромный спрос в будущем.

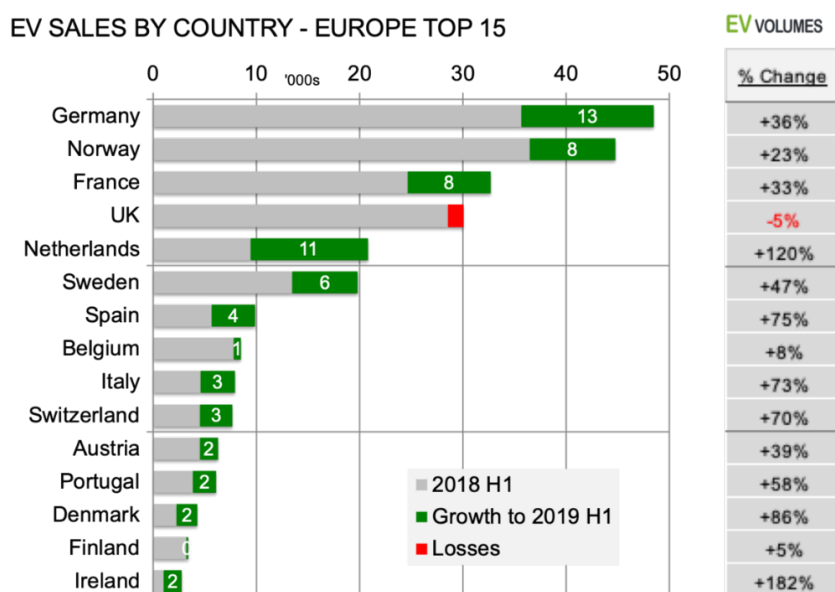


Рис. 1. Электромобили в продажах новых авто Европы за 1 полугодие в 2019 г.

Для того чтобы убедиться, что продажи электромобилей имеют спрос, можно взглянуть на их продажу и динамику. Несмотря на то, что электромобили стоят очень дорого и для них нужны специальные устройства, чтобы зарядить транспорт, в мире видна тенденция, что электромобили имеют огромный спрос. Статистика говорит, что по официальным данным в мире за последние 5 лет динамика продаж электромобилей выросла в 4 раза. В России также видна данная динамика, хоть она и исчисляется сотнями. Также можно упомянуть о быстро развивающейся стране под названием Китай. Эта страна очень заинтересована электромобилями в связи с огромным уровнем загрязнения воздуха, особенно в крупных городах.

Одной из самых сложных и дорогих компонентов в электромобиле является его аккумулятор (рис. 2). От производства и надежности аккумуляторов зависит ход электромобилей. Стоимость цены

на литий-ионные аккумуляторы стремительно падает. С 2010 по 2019 гг. их цена упала на 87 %. Это одна из главных причин, почему электромобили станут намного доступней в ближайшем будущем. Также можно упомянуть о безопасности электромобилей в связи с их возгораниями. Статистика за период 2012–2018 гг. показывает, что на одно возгорание электромобиля Tesla приходится 170 млн миль суммарного пробега всех машин марки. В следующую очередь, по статистике государственных органов США, автомобильные пожары случаются с периодичностью в один раз на 19 млн миль.

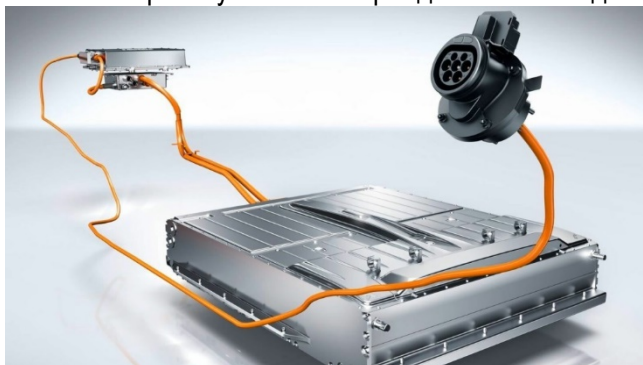


Рис. 2. батарея электромобиля

Крупные автокомпании участвуют в разработке и развитии электромобилей. С каждым годом запас хода электромобиля увеличивается, а время зарядки уменьшается. Несколько лет назад на зарядку электромобиля уходило 6–12 часов. В наши же дни современные технологии позволяют заряжать их за 15 минут до 80 % полного заряда. Запас хода тоже является одной из важнейших характеристик для электромобиля. На примере Renault Zeo можно рассмотреть, что с каждым годом запас хода этой серии электромобиля увеличивался [2]. Первая серия, поступившая в продажу в 2012 г., имела запас хода на 210 км, позже она могла проехать без подзарядки 240 км. В новой же версии 2020 г. электромобиль может проехать 400 км.

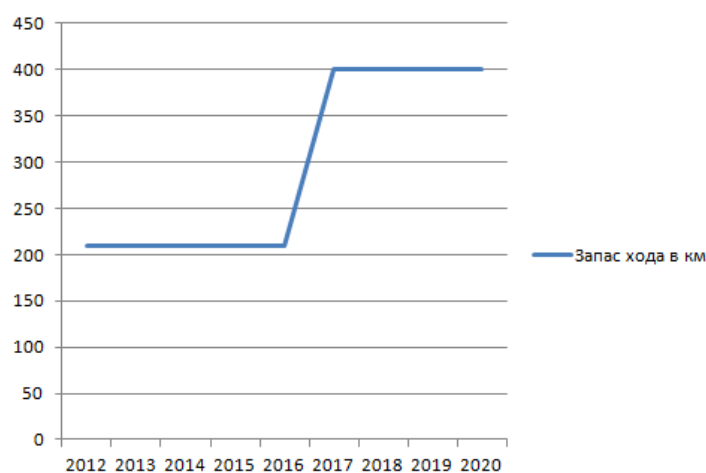


Рис. 3. График запаса хода Renault Zeo



Рис. 4. Станция экспресс зарядки электрокаров

В наше время автотранспорт является одним из основных источников загрязнения воздуха, именно поэтому электромобиль можно рассмотреть в плане экологичного автотранспорта. Также автомобильный парк превышает 600 млн единиц. И практически весь этот автотранспорт вносит в атмосферу 60–70 % газового загрязнения. На долю автотранспорта приходится 70 % загрязнения воздуха в городах. Поэтому рынок электромобилей актуален сейчас как никогда. Примером может послужить Китай, где в крупных городах люди ходят в масках, а водителям дают отдельно выделенные дни, когда они могут пользоваться автомобилем (рис. 4). Также можно заметить, что в самом Китае, доля объема продаж всех электромобилей в мире достигает 50 % [3].

Для привлечения этой проблемы сравним воздух в столицах Норвегии и Китая.

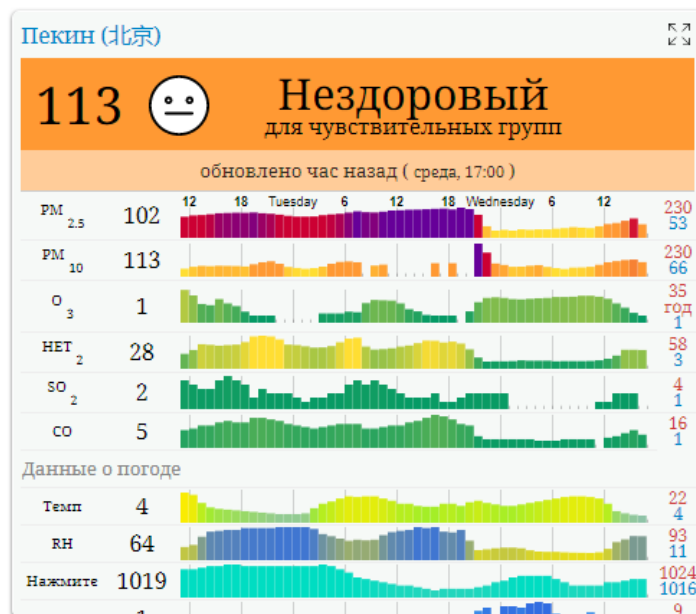


Рис. 5. Данные загрязнения воздуха в Пекине 21.10.2020 в 17:00

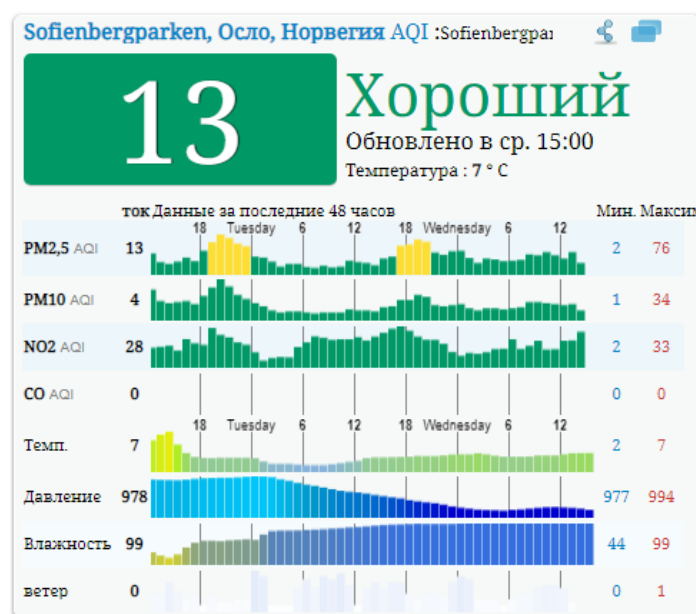


Рис. 6. Данные загрязнения воздуха в Осло 21.10.2020 в 15:00

Видно, что на рис. 5 данные загрязнения воздуха в 9 раз больше, чем данные на рис. 6. Частицы PM_{2.5} и PM₁₀ – это вредные частицы атмосферного воздуха, которые включают в себя смесь жидких и твердых частиц [4]. Они находятся во взвешенном состоянии. В эти частицы входят смог и выхлопные газы. Это говорит о том, что развитие электротранспорта очень актуально в наше время.



Рис. 7. Загрязнение воздуха в Китае

На основе всех выдвинутых утверждений можно сделать вывод о том, что развитие электромобилей в будущем имеет высокий потенциал. Многие развитые страны мира заинтересованы в данном направлении и способствуют развитию этой отрасли путем инвестирования, а также поддержкой на законодательном уровне [5]. Также нельзя забывать о том, что уже сейчас компания Tesla, которая производит только электромобили, стала самой дорогой автомобильной компанией в мире. Это говорит о том, что многие обеспеченные люди заинтересованы в развитии электромобилей, так как данная компания предлагает автомобили, которые по ценам входят в дорогой сегмент рынка. К тому же с каждым годом увеличивается число заправок электростанций. В эту же категорию входят: увеличение емкости аккумулятора, следовательно, с этим же увеличивается и запас хода электромобиля. Все это приводит к тому, что электромобили будут занимать еще больший спрос на рынке автомобилей.

Библиографический список

1. Кашкаров А. П. Современные автомобили. Устройство, отличия, выбор для российских дорог. ДМК Пресс. 2018. 140 с.
2. ООО «МОБИЛ КАР». URL: <https://mobilecar.com.ua/news/interest-facts-electromobiles/> (дата обращения: 15.10.2020).
3. Айке Карола Фельтен. Меры по продвижению электромобилей. Исследование для Greenpeace. URL: www.greenpeace.ru (дата обращения: 11.11.2020).
4. Загрязнение воздуха в Пекине: Индекс качества воздуха в режиме реального времени. URL: <https://aqicn.org/> (дата обращения: 21.10.2020).
5. АО «ТВ Центр». URL: <https://www.tvc.ru/news/show/id/19323> (дата обращения: 28.10.2020).

УДК 656.027.3

А. А. Сергеев

ученик 9б класса школы № 507

А. И. Чагин – магистрант кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель

HYPERLOOP – ТРАНСПОРТ БУДУЩЕГО

«Разработка нового вида транспорта – это и возможность, и ответственность. Мы строим для будущего, в котором хотим минимальное время ожидания, отсутствие пробок и давки в транспорте. Учитывая опыт в перевозке пассажиров, мы учитываем их безопасность, комфорт и удобство. Технология Virgin Hyperloop меняет парадигму. Отсюда следует, что наш пассажирский опыт должен быть не чем иным, как экстраординарным» – так говорят о Hyperloop ее создатели [1].



Рис. 1. Визуализация проекта Hyperloop

Hyperloop – это новейший скоростной поезд для супербыстрого перемещения из одной точки в другую.

Первая идея о вакуумном поезде возникла в Европе примерно в XIX в. В 1810 г. инженер из Великобритании Джордж Меджерст написал статью, в которой подробно изложил экономическую выгоду и принцип работы пневмопочты. Спустя два года он придумал увеличить ранее предложенный вариант, чтобы использовать его для перевозки грузов и людей. Но его идея так и осталась в теории [2].

В это же время писатель-фантаст Жюль Верн выпустил новый роман «Париж в XX веке», в котором упомянул о поездах, передвигающихся по трубам, проложенным по дну Атлантического океана.

В 1824 г. другой британец построил 46-метровый отрезок пневматической железной дороги. Правда, на тот момент она представляла собой трубу из еловых досок диаметром почти два метра, внутри которой по рельсам передвигалась вагонетка с сидениями для пассажиров. В начале состава находился круглый щит, плотно прилегающий к стенкам трубы. В конечных пунктах стояли насосы, которые создавали необходимое давление воздуха. Спустя три года он доработал свой проект, но в этом же году инженер умер, так и не успев реализовать его. В дальнейшем было несколько попыток строительства пневматических дорог, некоторые из них даже просуществовали какое-то время. Камнем преткновения стал клапан, обеспечивающий герметичность в районе поршня: в щели трубы попадали влага и снег, что приводило к коррозии трубы и клапан быстро истирался. Поэтому от идеи пневматической железной дороги на время забыли.

В России в начале 1900-х гг. в сибирском городе Томске была разработана реально работающая модель вакуумного поезда. Борис Петрович Вейнберг со своими студентами, пытаясь найти альтернативный способ поднятия самолета в воздух, наткнулся на принцип магнитной левитации. Тут же к участию в разработке вакуумного поезда был привлечен выдающийся томский ученый Александр Николаевич Добровидов. Вместе они построили первую рабочую модель вакуумного поезда.

Их эксперимент проводился с 1911 по 1913 гг., результатом стало создание поезда, способного развить скорость до 1000 км/ч. Уже в 1914 г. Вейнберг прочитал в Петербурге лекцию на тему «Движение без трения», после которой знаменитый российский физик и математик Яков Перельман писал: «Не могу забыть того ошеломляющего впечатления, которое произвел на холодную петербургскую

публику этот смелый и оригинальный проект, когда изобретатель в блестящей лекции нарисовал перед слушателями картину будущей борьбы с пространством» [3]. Окончанию реализации проекта помешала Первая мировая война.

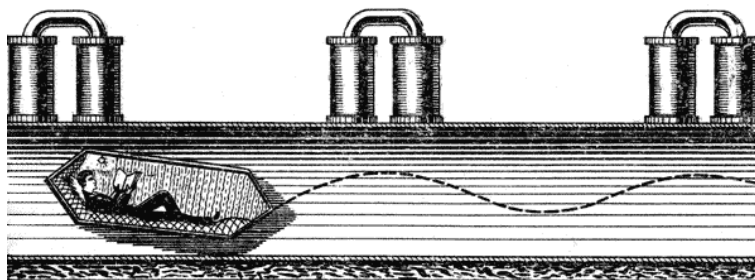


Рис. 2. Первая модель вакуумного поезда

Только к 2013 г. Илон Маск высказал предложение создать вакуумный поезд Hyperloop, как ответ на идею американского правительства о создании высокоскоростной железной дороги. Илон Маск считал, что Hyperloop совершит прорыв в сфере транспорта и станет пятым видом транспорта после сухоходных, наземных, подземных видов транспорта, но Hyperloop должен быть быстрее самолета и дешевле поезда, не будет зависеть от погодных условий и выбрасывать в атмосферу вредные вещества. На момент анонса идеи Илоном Маском отдельные элементы технологии уже существовали, то есть Hyperloop не придется создавать с нуля, хотя работы предстоит очень много, этим проектом занимается не одна компания, каждая из них достигла определенных успехов. Интересно, что в 2013 г., когда была основана организация HyperloopTransportationTechnologies (НТТ), мало кто верил в саму идею. Проект был чем-то новым и захватывающим, но не более. Сейчас же над проектами в рамках НТТ работает 800 инженеров, ученых, технологов, дизайнеров и других специалистов. В настоящий момент около 52 команд трудятся над решением технологической задачи, которая стоит перед ними [4].

Разберем принцип работы Hyperloop.

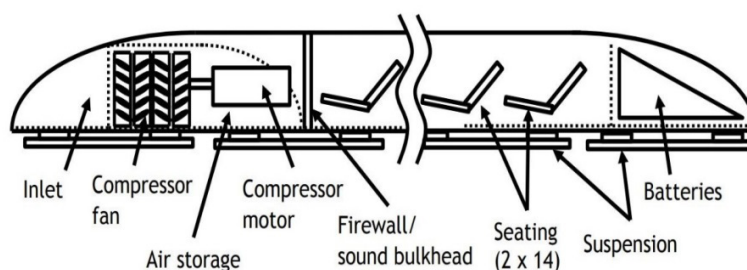


Рис. 3. Строение поезда Hyperloop

Hyperloop представляет собой стоящий на опорах стальной трубопровод, внутри которого создан форвакуум для меньшего сопротивления воздуха.



Рис. 4. Труба в которой передвигается Hyperloop

Форвакуум – предварительный вакуум с предельным остаточным давлением (около 0,1 % от атмосферного давления). Вакуумный поезд не сталкивается с трением опор и сопротивлением встречного

воздуха. Герметичный тоннель минимизирует аэродинамические потери, поэтому поезд преодолевает звуковой барьер. Капсулы движет линейный двигатель, который создает электромагнитное поле. Статор – алюминиевый рельс на полу трассы. Ротор находится в капсуле. В передней части пассажирской капсулы есть вентилятор и компрессор. За ними идет отсек с людьми, а в хвосте установлены аккумуляторы. Вентилятор создает воздушную подушку. В основу ее работы положено использование встречного потока воздуха, с которым поезд все равно сталкивается из-за большой скорости. Этот поток направляют под вагон, чтобы снизить трение и создать эффект парения над рельсами. Разгон и торможение капсулы производят линейные индукционные двигатели. Все сегменты трубопровода должны быть очень точно соединены, малейшее их искривление и нарушение целостности приведет к возникновению нарастающих колебаний, которые в свою очередь могут привести к полной потере контроля над движением капсулы. Кроме того, трубы спроектированы таким образом, чтобы выдерживать изменение давления и утечки воздуха, сохраняя при этом свою структурную целостность. Существует также возможность отсекал части маршрута и повторно нагнетать давление на участках, где происходят аварийные ситуации, и все капсулы, как ожидается, будут оснащены аварийными выходами.

На данный момент рассматривается два вида системы Hyperloop:

- Пассажирский – это трубопровод с диаметром в 2,23 м и вагонами, рассчитанными на 2 ряда сидений по 14 мест в каждом.
- Пассажиро-грузовой – это трасса с диаметром 3,3 м, где люди могут путешествовать со своими легковыми автомобилями (как на пароме) [5].

По задумке, в зависимости от ландшафта скорость Hyperloop должна достигать от 480 до 1220 км/ч. Скорость движения существующих на сегодняшний день капсул Hyperloop – VirginHyperloopOne достигает 387 км в час. Рекорд же принадлежит немецкой компании TUM Hyperloop, которым в 2018 г. удалось разогнать капсулу до 457 км в час.

А какие же перспективы развития Hyperloop в России?

Одной из первых в мире стран заинтересовалась проектом Hyperloop именно Россия. На Петербургском международном экономическом форуме в 2016 г. мэр Москвы Сергей Собянин, сооснователь HyperloopOne Шервин Пишевар и российский инвестор Зиявудин Магомедов договорились о строительстве Hyperloop в Москве и подписали меморандум о сотрудничестве. Более того Магомедов через свой венчурный фонд Caspian VC Partners дважды инвестировал в компанию HyperloopOne сумму вложений в 90 млн долларов. В октябре 2016 г. Магомедов вошел в совет директоров HyperloopOne. Также бизнесмен озвучивал перспективу строительства нового пути из Китая в Европу через Казахстан и Россию с помощью этой технологии. Из ближайших перспектив Магомедов говорил о строительстве 65 км трассы из порта Зарубино (Приморский край) в Хуньчунь (Китай), а также о маршруте Санкт-Петербург – Москва. Продолжительность поездки в Hyperloop по последнему должна составить 36 минут. Также сообщалось, что HyperloopOne начнет строить первые действующие трассы вакуумного поезда в 2021 г.



Рис. 5. Возможные маршруты Hyperloop в России

Вместе с тем Hyperloop довольно экологичный вид транспорта, его отличительной стороной является отсутствие необходимости в топливе. Оно не нужно, благодаря чему с течением времени

удастся сэкономить весьма значительные средства. Таким образом, и обслуживание капсул будет обходиться дешевле, чем обслуживание обычных поездов.

Это будет один из самых безопасных и надежных видов транспорта. Причина – инфраструктура практически не зависит от погодных условий, так что проблемы с задержками в пути из-за, например, заносов снега не будет. По сравнению со скоростными поездами современности Hyperloop имеет ряд достоинств, включая относительно быструю окупаемость.

Исходя из вышеизложенных преимуществ технологии можно смело утверждать, что Hyperloop в ближайшие десятилетия станет самым передовым транспортом в мире.

Библиографический список

1. Официальный сайт VirginHyperloop. URL: <https://virginhyperloop.com/> (дата обращения: 24.03.2021).
2. *Елкина В.* Идея вакуумных поездов зародилась еще задолго до Илона Маска. URL: <https://rb.ru/story/hypertrains/> (дата обращения: 24.03.2021).
3. Вакуумный поезд на магнитной подушке // Изобретено в Сибири. URL: <https://sib5.com/vakuumnyj-poezd-na-magnitnoj-podushke/> (дата обращения: 24.03.2021).
4. Вакуумная техника. Вакуумный поезд // GoogleInfo. URL: <https://google--info-org.tur-borpages.org/google-info.org/s/2644282/1/vakuumnyu-poezd.html> (дата обращения: 24.03.2021).
5. Hyperloop – революционный вакуумный поезд от Илона Маска // Investlab. URL: <https://invlab.ru/tehnologii/vakuumnyu-poezd-hyperloop/> (дата обращения: 24.03.2021).

УДК 004.93:338.46Т

О. И. Соколов

ученик 11 класса ГБОУ СОШ № 618, г. Санкт-Петербург

А. А. Смирнов – магистрант кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель

СИСТЕМА «УМНЫЙ ДОМ»

Умный дом (от англ. Smart home) – жилое помещение, проживание в котором становится более комфортным благодаря использованию современных технологий и устройств, позволяющих автоматизировать процесс [1]. Система «Умный дом» имеет свойство адаптироваться к изменениям и самостоятельно подстраивается под образ жизни человека. Устройства могут быть подключены к одному так называемому головному мозгу системы – центру управления. Все управление системой можно осуществлять при помощи телефона, планшета, компьютера, или иных средств имеющий доступ к Интернету.

«Система интеллектуального управления» подразумевает новый, не похожий ни на что, подход к функционированию помещения. Из-за применения комплекса аппаратно-программных средств в несколько раз возрастает надежность управления всех систем эксплуатации, исполнительных устройств и эффективность функционирования.

Главной особенностью системы является объединение большого количества различных подсистем в один общий управляемый комплекс.

Также не менее важным признаком является восприимчивость и адаптация к возможным изменениям в будущем. Проект помещения создают так, чтобы все системы могли без проблем взаимодействовать друг с другом, а их обслуживание было оптимизировано, и при этом обладало наименьшими затратами. Проект изготавливается таким образом, чтобы была возможность добавлять и видоизменять конфигурации уже установленных систем.

Умный дом может включать в себя следующие подсистемы:

- видеонаблюдения
- освещения
- отопления, вентиляции и кондиционирования
- охранно-пожарную сигнализацию и систему контроля доступа в помещения, контроль протечек воды, утечек газа
- контроля энергопотребления
- управление с одного места аудио-, видеотехникой, домашним кинотеатром, и т. д.

IP-мониторинг объекта – удаленное управление системами по сети [2].

На сегодняшний день развитие технологий позволяют создавать систему покомпонентно – выбирая только те функции, которые действительно необходимы. И, безусловно, создание таких модульных систем позволяет снизить стоимость системы в целом.

Главная задача систем «Умный дом» – простота использования, безопасность, комфортность.

Одним из главных отличий системы безопасности умного дома от обычной охранной системы является реагирование на такие аварийные события как утечка воды или газа, проблемы с электрическими проводами и электронными приборами. При поступлении тревожных сигналов от различных датчиков система сама может принимать различные решения. Например, перекрыть неисправные трубопроводы либо позвонить в специальную службу.

Преимущества систем «Умный дом»

Удобство и комфорт

Эти факторы является одними ключевых аспектов. Достичь высшей степени комфорта и удобства позволяет использование единой системы автоматизации, в которую входят: система освещения, система контроля розеток, охранные системы и климатические системы. Единая система позволяет контролировать, в какой комнате включить или выключить свет, при какой температуре включить отопление или систему «теплый пол» и т. д.

Следовать любому сценарию, который поручил хозяин, – одно из главных преимуществ единой системой управления. В приложениях существуют функции, позволяющие перевести все устройства в один режим работы.

Например, режим «ночь». Благодаря этому режиму все устройства, входящие в состав «Умного дома», переводятся в ночной режим, что означает выключение всех световых приборов, за исключением ночников, если они присутствуют, отключение или перевод в энергосберегающий режим электроприборы, за исключением дежурных устройств (холодильник, охранная система, телефон) и самой системы.

Другой режим «Отпуск». Система отключит все устройства кроме дежурных, перекроет краны с водой. А также будет создавать присутствие людей, включая свет в разное время, в разных комнатах; включать музыку, открывать шторы или жалюзи. Все это обеспечивает дополнительную защиту от внешних угроз. Безусловно, внутренние угрозы не менее опасные, поэтому пользователь может видеть отчет о состоянии инженерных и других систем в доме.

Установив режим «Гости», система улучшит освещение и ограничит доступ в комнаты, в которые нежелательно заходить гостям, такие как: кабинет, спальни, винный погреб и т. д. [3].

Экономия ресурсов

На сегодняшний день существует множество приборов и датчиков, которые помогают контролировать использование ресурсов, такие как: умные счетчики воды и электроэнергии, датчики света, включающиеся только при определенном уровне света, и т. д.

Управление системой «Умный дом»

Существует множество способов управления «Умным домом», начиная от обычных пультов заканчивая смартфоном, ноутбуком, ПК и т. п., которые имеют возможность подключения к сети Интернет. Этот способ позволяет управлять системой, находясь вдали от него, в то время как другие способы нуждаются в непосредственном присутствии. К другим способам можно отнести кнопочные панели, сенсорные панели и т. п.

Безопасность.

Думаю, каждому из нас важно знать, что все члены семьи, все вещи и сам дом находятся в безопасности на постоянной основе. Системы «Умный дом» добавляют дополнительную безопасность с помощью датчиков открытия дверей и окон, камер видеонаблюдения, датчиков движения и прочих сенсоров.

В случае вторжения в вашу квартиру или дом вы незамедлительно будете проинформированы не только на любое подключенное устройство, но и на мобильный телефон. Уведомления могут приходить в специальном приложении, посредством СМС или же если пользователь не отреагировал. Система, не получив ответ, будет звонить владельцу, а в крайнем случае может вызвать специальную службу [4].

Технологии развиваются очень стремительно, что позволяет обезопасить свой дом, а также облегчить и упростить жизнь. Благодаря современным технологиям вы можете быть уверены в сохранности ценных вещей и ваших близких.

Принцип работы системы «Умный дом»

Основой центра управления является контроллер. Контроллер – это устройство, которое контролирует работу сети и всех входящих в нее приборов и устройств, хранит в своей памяти сложные сценарии и обеспечивает связь системы умного дома с устройством управления всей системой. К различным приборам и устройствам, которые подключаются к контроллеру, можно отнести различные датчики, такие как датчики температуры, задымления, движения т. д. Эти датчики играют роль «органов чувств», благодаря которым система получает информацию о том, что происходит в доме [5].

Система «Умный дом» – это тонко настроенная система, имеющая несколько уровней. Система способна анализировать свое состояние, что позволяет ей самовосстанавливаться без участия человека при различных сбоях. Человек вмешивается только для принятия какого-либо серьезного, кардинального решения, но при этом очень легко может настроить всю систему так, как ему нужно.

В заключение можно сказать, что автоматизация и интеллектуальное управление всем оборудованием – это эффективный способ сделать жилье комфортным и безопасным. Современный «Умный дом» нацелен не только на создание благоприятных условий для жизни, но и экономию потребляемых ресурсов, что в свою очередь помогает снизить финансовые издержки и негативное влияние на окружающую среду. Так как человек проводит в помещении значительную часть своего времени, обеспечение комфорта и безопасности играет очень важную роль.

Библиографический список

1. Что такое умный дом? URL: <https://www.intelvision.ru/blog/what-is-smarthome> (дата обращения: 20.03.2021).
2. Умный дом. URL: <https://www.bltpcl.ru/remont/design/smart-house/> (дата обращения: 21.03.2021).
3. *Лебедь К. Г.* Автоматизация дома для повышения его комфортабельности и безопасности. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-doma-dlya-povysheniya-ego-komfortabelnosti-i-bezopasnosti/viewer> (дата обращения: 23.03.2021).
4. *Аверин А. И.* Интеллектуальное управление домом. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnoe-upravlenie-domom-umnyu-dom/viewer> (дата обращения: 24.03.2021).
5. *Свищев А. В., Жабин Я. О.* Беспроводная и проводная система автоматизации технологии «Умный дом». URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/besprovodnaya-i-provodnaya-sistema-avtomatizatsii-tehnologii-umnyu-dom/viewer> (дата обращения: 26.03.2021).

УДК 621.03

А. А. Соленьий

магистрант кафедры электромеханики и робототехники

Р. Ш. Еникеев – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель**АНАЛИЗ КОММУТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ**

Системы автоматического управления промышленным оборудованием получили широкое развитие с помощью обширного арсенала различных технических средств, среди которых одно из самых важных мест отведено электрическим аппаратам и устройствам.

Прогресс не стоит на месте, и если раньше электрические аппараты и устройства, применяемые в машиностроении, были преимущественно релейно-контактные, то сейчас же ситуация существенно поменялась. Электроавтоматика стала брать на себя все более и более сложные функции управления, которые осуществляются на основе бесконтактных устройств. Это способствовало повышению надежности и быстродействию систем управления, помогло уменьшить размеры устройств и их массу, открыло много дополнительных функций в системах управления, например, связь с диспетчерским пультом, поиск неисправностей, мониторинг состояния системы, цифровую индикацию. Новые элементы автоматики не могли быть успешно реализованы на основе релейно-контактной техники.

Коммутационные устройства широко используются в электрической аппаратуре. Они позволяют практически мгновенно коммутировать электрические цепи в работающей аппаратуре.

В данной статье объектами анализа будут являться Механический переключатель SNU высоковольтный импульсный коммутатор ВИК и управляемые коммутаторы Industrial Ethernet устанавливаемые в стойки управления. Все это непосредственно связана с системой электропитания в международном термоядерном реакторе ИТЭР.

Рассмотрим более подробно конструкцию и принцип работы коммутационных аппаратов.

К рассматриваемым нами аппаратам прилагается ряд технических характеристик, которыми они должны обладать, и электродинамическая стойкость к кратковременному протеканию токов короткого замыкания, которые могут достигать 350 кВ [1].

В системе электропитания используются 8 коммутационных блоков. Каждый из них состоит из автоматического выключателя постоянного тока, который отводит ток катушки в разрядный резистор.

На рис. 1 показан механический переключатель SNU.

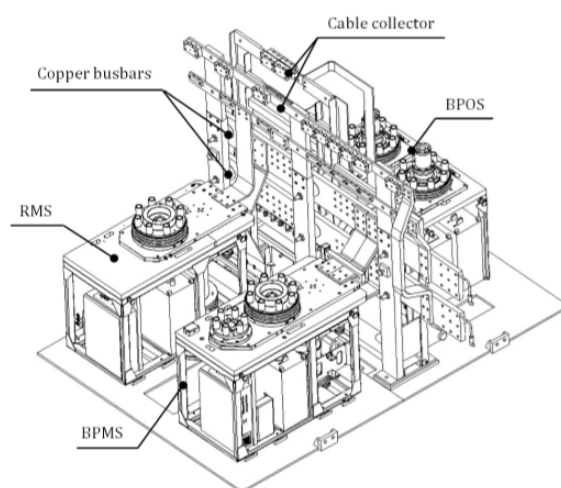


Рис. 1. Изометрический вид механического переключателя SNU

Коммутационный блок состоит из отдельных элементов, каждый из которых представляет собой автономное коммутационное устройство, на основе одного или двух одиночных коммутаторов, установленных на раме с изоляционной. Помимо этого, все они оснащены вспомогательными

компонентами для низковольтного питания, распределения воды и газа (если это необходимо) и формирования сигнала.

- Замыкатель многократного действия с дросселем [RMS]
- Двухступенчатый размыкатель [BPOS]
- Защитное замыкающее устройство многократного действия [BPMS]
- Кабельный коллектор
- Медная шина

Рассмотрим подробнее один блок, а именно двухступенчатый размыкатель, показанный на рис. 3.

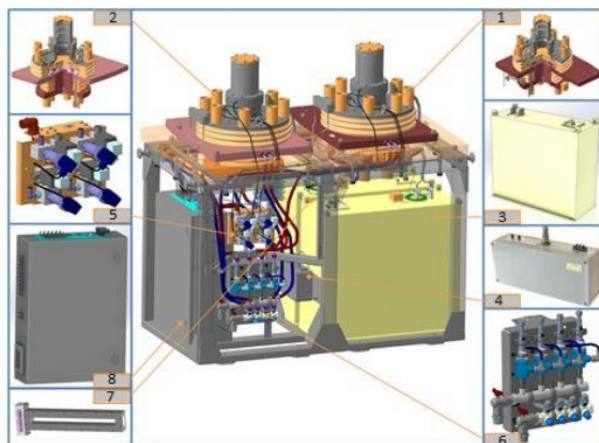


Рис. 2. 3D-модель двухступенчатого размыкателя

Размыкатель состоит из двух коммутационных устройств, которые соединены последовательно:

- контактно-тиристорный коммутатор КТК [1];
- быстродействующий высоковольтный разъединитель БВР [2].

Главное различие между КТК и БВР заключается в том, что механическая контактная система контактно – тиристорного коммутатора шунтируется четырьмя быстрыми тиристорами, задача которых – нести ток катушки после открытия контактов коммутатора, а затем они блокируются противоимпульсным током, генерируемым высоковольтным импульсным коммутатором (ВИК). Задача этих тиристорov ограничивать способность выдерживать напряжение КТК до уровня 4 кВ, это значение соответствует их повторяемому пиковому напряжению. Чтобы обеспечить возможность выдерживания напряжения двухступенчатый размыкатель после способного выдерживать напряжения до 10 кВ быстродействующего – высоковольтного разъединителя, устанавливается последовательно с к контактно – тиристорным коммутатором [2].

БВР же функционирует как разъединитель и должен открываться без тока в цепи и без напряжения на клеммах, чтобы исключить возможный сбой. Все это стало возможным благодаря конструктивным особенностям ВИК.

Все коммутационные блоки управляются с помощью локальных стоек управления, представленных на рис. 3, в которых находится управляемый коммутатор Industrial Ethernet.



Рис. 3. Локальная стойка управления

Для настройки сетевой связи в локальной стойке управления и используются коммутаторы Ethernet. Они обеспечивают соединения компонентов локальной стойки управления и подключению к верхнему уровню управления, а также к удаленной станции ввода/вывода, расположенной в блоке преобразования сигналов [3].

Еще один рассматриваемый объект – это высоковольтный импульсный коммутатор (ВИК). Он представляется собой двухступенчатое токовое коммутационное устройство, которое переносит ток катушки сквозь свои собственные тиристоры первой ступени в течении короткого периода времени, необходимое для открытия контактов БВР без тока, это позволяет восстановить диэлектрическую прочность и дальнейшую передачу тока катушки в резисторы с рассеивающей энергией с использованием конденсатора второй ступени.

ВИК представлен на рис. 4. Он подключен параллельно переключателям главного механического коммутатора низкоиндуктивными коаксиальными кабелями питания.



Рис. 4. Высоковольтный импульсный коммутатор

Так как высоковольтный импульсный коммутатор имеет модульную структуру, то состоит он из четырех идентичных блоков, соединенных параллельно друг с другом. На рис. 5 представлена упрощенная схема единственного блока ВИК.

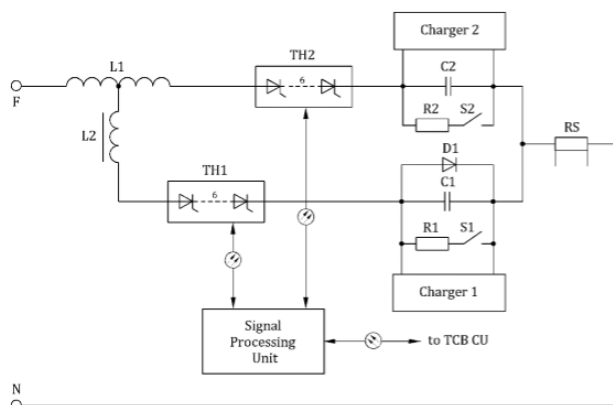


Рис. 5. Принципиальная схема высоковольтного импульсного коммутатора

Библиографический список

1. Википедия: Международный экспериментальный термоядерный реактор. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/международный_экспериментальный_термоядерный_реактор (дата обращения: 15.02.2021).
2. ITER Coil Power Supply and Distribution System / J. Tao, I. Benfatto, J. Goff, A. Mankani et al. / Dept. of ITER Project 2011. Proc IEEE/NPSS 24th Symp. Fusion Eng. 1–8. 10.1109/SOFE.2011.6052201.
3. Iter r&d: auxiliary systems: coil power supply components / P. Mondino, A. Roshal, T. Bonicelli, V. Kuchinskiy et al. // Fusion Engineering and Design. 2001. Vol. 55. N 2–3. P. 325–330.

УДК 004.93:338.46Т

А. С. Соловьев

ученик 9 класса МБОУ «Лицей-интернат», г. Великий Новгород

Е. В. Смирнова – учитель физики – научный руководитель**А. В. Петухов** – магистрант кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ «УМНЫЙ ДОМ» НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO

«Умные дома» позволяют позабыть о многих технических моментах бытовой жизни и сосредоточиться на других задачах, предоставив свободное время семье или отдыху. На рынке представлены готовые решения, но не всегда такие системы подходят для реализации тех задач, что хотелось бы видеть нам. Но есть более гибкая альтернатива, позволяющая создать умный дом своими руками на Arduino. Именно эта система позволяет воплотить любую творческую мысль в автоматизированный процесс. Arduino – это платформа для добавления и программирования электронных устройств, с типами управления: ручной, полуавтоматический и автоматический. Платформа представляет собой некий конструктор с прописанными правилами взаимодействия элементов между собой [1]. Первое, о чем задумывается человек, желающий добавить элементы «умного дома» себе в квартиру, – это управление освещением. В идеале минимальный набор функций, которыми должен быть наделен «умный свет», должен состоять из возможности включать и выключать свет как с выключателя, расположенного на стене, так и с любого устройства в домашней локальной сети, имеющего любой браузер. Еще есть большое желание управлять освещением с пульта дистанционного управления. В данном проекте я спроектирую основные функции «умного» освещения.

Возможности платы Arduino для создания «умного дома»

Платформа Arduino представляет собой комбинацию среды быстрой разработки Arduino IDE и модулей для прототипирования на базе микроконтроллеров. Фактически, Arduino – это простейший электронный конструктор для создания готовых устройств из отдельных модулей. Arduino пользуется огромной популярностью во всем мире из-за контроллеров, модулей и шилдов [2].

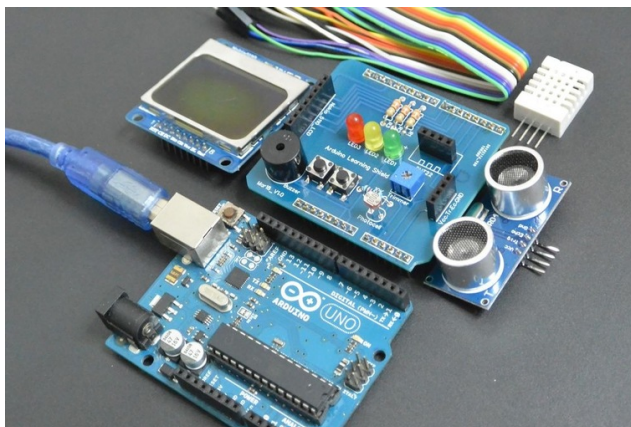


Рис. 1. Основные версии плат Arduino

Arduino – это не просто универсальный микроконтроллер, который можно адаптировать под любой проект за минимальное время. Это простейшая и доступная для изучения среда разработки Arduino IDE, которая служит для вовлечения в программирование и робототехнику, а также для быстрой разработки проектов. На основе Arduino можно собрать 3D-принтер, станок с ЧПУ и систему «Умного» дома. Все это происходит благодаря тому, что у платформы Arduino одно из самых больших сообществ, доступно огромное количество примеров, руководств и готовых библиотек для разработки.

Модули Arduino представляют собой платы со встроенным процессором, памятью и периферией, которая позволяет реализовать базовый функционал посредством одной всего платы. Для расширения возможностей служат дополнительные модули-шилды, которые работают с двигателями и

сенсорами различных типов, а также способны читать и писать на карты памяти и накопители, поддерживают USB Host, умеют работать с Ethernet, Bluetooth и Wi-Fi [2]. Модули расширения уровня Industrial имеют гальваническую развязку, а модули для умного дома подойдут с целью прототипирования устройств IoT («Интернета вещей»). Вы даже можете сделать свой собственный web-сервер на основе Arduino.

Для прототипирования и обучения доступен огромный арсенал периферии. Это разнообразные сенсоры, большинство типов датчиков и исполнительных механизмов, различные дисплеи, буферные и усилительные модули, драйверы двигателей, модули для беспроводной связи и управления. Модули комбинируются с основной платой-контроллером и затем конфигурируются в среде Arduino IDE.



Рис. 2. Элементная база Arduino

Таким образом, Arduino может стать доступной платформой для первых шагов с целью изучения программирования: для детей и взрослых существует множество интересных наборов модулей и базовых проектов. В своем проекте я буду использовать Arduino для создания «умного» освещения.

Возможности платы Arduino для создания «умного» освещения

Включать и выключать свет можно любым из способов:

- Включение/выключение света с кнопки.
- Включение/выключение света в браузере (а значит, любым смартфоном/планшетом/компьютером/ноутбуком и т. д. в сети).
- Включение/выключение света с ПДУ.

При этом всегда можно узнать состояние освещения (включено или выключено) находясь не только в квартире, а с любой точки земного шара, где есть Интернет.

Для реализации «умного» освещения могут понадобиться следующие элементы:

- **Arduino** – плата с микроконтроллером (версию **Arduino UNO**).
- **Arduino Ethernet Shield W5100**. Это плата расширения для Arduino, необходимая для подключения UNO к локальной сети.
 - **Реле** для управления нагрузкой.
 - **ИК-приемник** для управления светом с помощью пульта. Лучше всего располагать ИК-приемники в центре комнаты на потолке [2]. Чтобы подключить ИК-приемник, желательно будет спаять небольшую обвязку, состоящую из: 1 резистора на 100 Ом, 1 Конденсатора электролитического с номиналом 10 мкф, 1 Конденсатора керамического с номиналом 0,1 мкф, либо можно взять уже готовый модуль на плате с питаемыми элементами, включая сам ИК-приемник.
 - **Пульт дистанционного управления** можно использовать от телевизора.
 - **Светодиоды** можно использовать как для освещения, так и для индикации. Для индикации состояния реле, как следствие и состояния света, включен или выключен. Этот элемент блока управления светом будет располагаться в коридоре, то есть в коридоре, стоя в обуви можно перед выходом увидеть в какой комнате свет был по забывчивости не выключен.
 - **Кнопка без фиксации настенная** визуально похожа на обычный выключатель, который стоит в большинстве квартир нашей родины, но работает она несколько иначе. Она всегда физически

находится в одном положении, при нажатии на нее, она отщелкивается обратно, по типу тактовой кнопки.




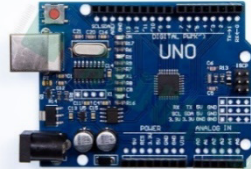




- **Тактовая кнопка** примерно такая, как используется в кнопках reset или power на системном блоке ПК. Она тоже нужна будет для выключения света, но в коридоре, чтобы не проходить в комнату, где забыли выключить свет.
- **Блок питания Arduino.** «Запитать» Arduino можно как по USB, так и подав напряжение в выведенный для этого на плате разъем. Можно использовать плату Raspberry Pi для питания.
- **Сервер управления всеми элементами умного дома.** Raspberry Pi, ПК или ноутбук с USB разъемом для загрузки кода в Arduino.
- **Arduino IDE** – среда разработки для Arduino.
- **Провода** [3].

Основные компоненты, из которых будет состоять система «умного» освещения, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные компоненты системы

Номер компонента	Название	Описание	Фотография
1.	Плата Arduino	Макетная плата Arduino	
2.	Реле	Коммутационный аппарат	
3.	ИК-приемник	Приемник инфракрасных лучей	
4.	Любой ИК-пульт	Любой пульт (от телевизора и магнитофона и т. д.)	
5.	Arduino IDE	Среда разработки Arduino	
6.	Лампочка	Светодиод	
7.	Плата Arduino	Макетная плата Arduino	

Номер компонента	Название	Описание	Фотография
8.	Реле	Коммутационный аппарат	
9.	PIR-датчик	Пассивный инфракрасный датчик	
10.	Arduino IDE	Среда разработки Arduino	
11.	Лампочка	Светодиод	
12.	Плата Arduino	Макетная плата Arduino	
13.	Реле	Коммутационный аппарат	
14.	Фоторезистор	Полупроводниковый прибор, изменяющий величину своего сопротивления при облучении светом	
15.	Резистор	Пассивный элемент электрических цепей, обладающий определенным или переменным значением электрического сопротивления	
16.	Arduino IDE	Среда разработки Arduino	
17.	Лампочка	Светодиод	

Разработка основных программ управления светом на базе Arduino.

- Управление светом с помощью:
- ИК пульта;
- датчика освещенности;
- датчика приближения.

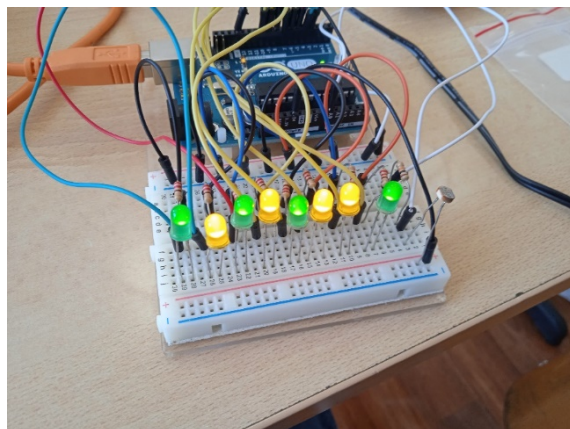


Рис. 3. Макет

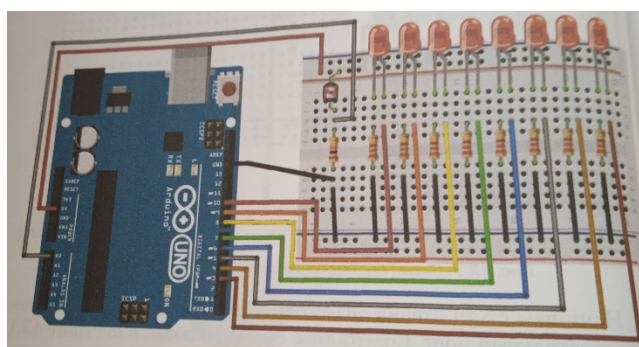


Рис. 4. Опытный образец

Библиографический список

1. Блюм Д. Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства. М.: БХВ-Петербург, 2018. 336 с.
2. Менщиков Ю. Ардуино на пальцах, 2017. 62 с.
3. Ревич Ю. В. Занимательная электроника. М.: БХВ-Петербург, 2015. 570 с.

УДК 530.12:531.51

Г. С. Соловьев

ученик 10 класса ГБОУ лицея № 226

В. Р. Дранникова – магистрант кафедры электромеханики и робототехники – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕРНЫХ ДЫР КАК ИСТОЧНИКОВ БЕСКОНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

В настоящее время исследование черных дыр, как одно из космических явлений, представляет собой малоизученный предмет астрофизики. Интерес ученых вызывает свойства черных дыр, внутри которых меняется привычное представление о времени и пространстве, тем самым расширяет представление законов природы.

Объяснение такого феномена черных дыр, как невозможность света преодолеть горизонт событий, было еще в XVIII в. английским астрономом Джоном Митчелом и французским физиком, астрономом и математиком Пьером-Симоном Лапласом. Они основывали свою теорию на теории Исаака Ньютона о природе тяготения и корпускулярной теории света. А значит, свет имеет массу, что в свою очередь означает, что на нее действует гравитация. Таким образом, Лаплас и Митчел произвели расчеты гипотетической ситуации, где свет под воздействием гравитации не мог покинуть границы космического объекта и пришли к выводу, что, если Солнце уменьшить до радиуса 3 м, свет не сможет покинуть звезду.

В 1915 г. Альберт Эйнштейн впервые доказал существование черных дыр, когда сформулировал общую теорию относительности.

Спустя более одного века, а именно в 1915 г., Альберт Эйнштейн сформулировал общую теорию относительности, тем самым первым доказал существование черных дыр, как космическое явление. В свою очередь немецкий ученый Карл Шварцшильд первым смог применить общую теорию относительности и доказать существование «точки невозврата». Также он сформулировал термин «радиус Шварцшильда» – это величина, что демонстрирует, как сильно необходимо сжать предмет, чтобы он смог преобразоваться в черную дыру.

В начале 1940-х гг. советский физик Лев Ландау, который в 1962 г. станет лауреатом Нобелевской премии, основываясь на теории относительности Эйнштейна, предположил, что при возникновении коллапса сверхмассивной звезды она сожмется до объекта с абсолютно малым радиусом, при этом с бесконечно великой массой. В контексте данной работы также интересна еще одна гипотеза, что гравитация у такого объекта будет настолько велика, что пространство-время начинает искажаться.

В 1975 г. выдающийся английский ученый астрофизик, космолог, физик-теоретик Стивен Хокинг доказал, что не весь свет, что появляется в аккреционных дисках, поглощается черной дырой. Часть света все-таки рассеивается в пространстве. Это явление было названо в честь его открывателя – излучение Хокинга или испарение черной дыры. Помимо этого, он определил зависимость размера черной дыры и ее испарения – чем больше ее величина, тем большее дольше она существует [1].

Что такое черные дыры и как они образуются

Черная дыра – это область в пространстве/времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть ее не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе и лучи света [2].

Современная теория о черных дырах делит ее на несколько частей: фотонная сфера, горизонт событий и сингулярность.

Фотонная сфера – это сферическая поверхность, на которой движущиеся вдоль касательной к поверхности фотоны будут захвачены на круговые орбиты. Если проходящий фотон пересекает фотонную сферу, его захватит черная дыра. Так как движение по поверхности является нестабильным, то фотон может покинуть фотонную сферу в результате возмущений.

Неотъемлемой частью черной дыры является горизонт событий – это граница, под которой пространство-время искривляется настолько, что все пути частиц направлены вниз, к сингулярности.

При приближении объекта к горизонту событий сторонний наблюдатель будет видеть его замедление с практически полной остановкой и исчезновением. Это происходит из-за разницы течения времени у наблюдателя и объекта, падающего в черную дыру. У наблюдателя время бежит быстрее. У объекта же все процессы замедляются, испускаемые фотоны перестают вырываться наружу, из-за чего свет тускнеет, становясь более красным и тусклым, и через некоторое время весь испускаемый объектом свет будет поглощен черной дырой. Объект исчезнет из поля зрения наблюдателя.

Сингулярность – точка пространства с бесконечной массой, плотностью и гравитацией. Английский физик Стивен Хокинг определял сингулярность как «место, где разрушается классическая концепция пространства и времени, так же как и все известные законы физики, поскольку все они формулируются на основе классического пространства-времени». На рис. 1 показаны составляющие черной дыры.

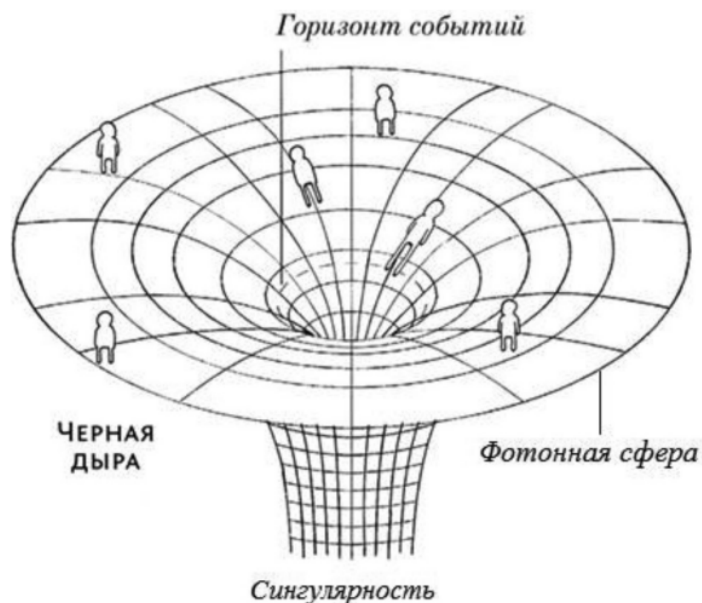


Рис. 1. Составляющие черной дыры

Ученые выделяют несколько возможных вариантов образования черных дыр. Черные дыры могут образовываться в результате сжатия гигантских нейтронных звезд массой более чем в 3 раза превышающей массу Солнца под действием собственной силы тяготения. При сжатии их гравитационное поле уплотняется все сильнее и сильнее, то есть когда звезда, в которой истощился запас топлива, взрывается как водородная бомба. Верхние слои звезды разлетаются, образуя газовую оболочку, а сердцевина сжимается, и на месте сердцевины возникает черная дыра.

По другой теории черные дыры намного большего размера образуются внутри звездных скоплений и в центре галактик. Их масса превышает массу Солнца в миллиарды раз. Черные дыры создает гравитация, наподобие того, как создаются звезды. Отличие лишь в силе сжатия. Если масса звездной системы гравитацией зажигает звезду в своем центре, то намного большая масса всей галактики создает не звезду, а ее антипод – черную дыру. Своим сильным гравитационным притяжением такие «черные дыры» оказывают влияние на всю галактику.

Виды черных дыр и их свойства

Сейчас одно из важнейших направлений физики – исследование черных дыр, поскольку вблизи них проявляются скрытые свойства гравитации. Астрономы недавно выяснили, что черные дыры можно разделить на несколько разновидностей. Есть вращающиеся черные дыры, черные дыры с электрическим зарядом и черные дыры, включающие черты первых двух [3].

Виды черных дыр:

- **Черные дыры звездных масс.** Это черные дыры, образованные в результате коллапса достаточно массивной звезды. Как правило, масса такой звезды должна составлять в среднем 10 солнечных масс. Со временем такая черная дыра может набрать массу за счет поглощения вещества.

- *Среднемассивные черные дыры.* Предполагается, что такие дыры образуются исключительно путем слияния многих черных дыр звездных масс. Масса черных дыр может достигать нескольких тысяч солнечных масс. Есть и нижний предел – 200 солнечных масс.

- *Сверхмассивные черные дыры.* Огромные черные дыры с массой от нескольких млн до млрд солнечных масс. Как правило, такие дыры находятся в центрах практически всех галактик. В рамках наиболее популярной теории гравитации Эйнштейна свойства черных дыр изучены весьма подробно.

Особенности черных дыр:

- *Черные дыры замедляют время вблизи себя.* Как было сказано ранее, по мере приближения к горизонту событий время замедляется.

- *Черные дыры искривляют пространство рядом с собой.* Пространство можно представить себе как растянутую резиновую пластинку с нарисованными на ней линиями. Если на пластинку положить какой-нибудь объект, она изменит свою форму. Также работают и черные дыры. Их экстремальная масса притягивает к себе все, включая свет (лучи которого, продолжая аналогию, можно было бы назвать линиями на пластинке).

- *Черные дыры являются самыми совершенными энергетическими установками.* Черные дыры генерируют энергию лучше, чем Солнце и другие звезды. Это связано с материей, вращающейся вокруг них. Преодолевая горизонт событий на огромной скорости, материя на орбите черной дыры разогревается до крайне высоких температур. Это называется излучением абсолютно черного тела. Преобразование массы в энергию этим путем в 50 раз более эффективно, чем ядерный синтез.

- *Черные дыры «стирают» память об исходном объекте.* Каким бы сложным ни было исходное тело, после его сжатия в «черную дыру» внешний наблюдатель может определить только три его параметра: полную массу, момент импульса (связанный с вращением) и электрический заряд. Все остальные особенности тела (форма, распределение плотности, химический состав и т. д.) в ходе коллапса «стираются» [4].

- *Черные дыры образуют сингулярность.* Все вещество внутри горизонта событий «черной дыры» непременно падает к ее центру и образует сингулярность.

- *Черные дыры испаряются со временем.* Черные дыры не только поглощают звездный ветер, но и испаряются. Это явление было открыто Стивеном Хокингом в 1974 г. (излучение Хокинга). Со временем черная дыра может отдать всю свою массу в окружающее пространство вместе с этим излучением и исчезнуть.

Черные дыры как источник бесконечной энергии

Несмотря на то, что черная дыра как космическое явление это малоизученно, но мы с большой степенью уверенности можем говорить о том, что черная дыра обладает, в рамках земного представления, бесконечную энергию, хотя еще XX в. было доказано, что она срок жизни ее ограничен. А значит, эту энергию она может передавать. В конце 60-х гг. XX в. британский физик, математик и будущий лауреат Нобелевской премии по физике 2020 г. Роджер Пенроуз предложил способ извлечения энергии из черной дыры, который позже был назван «процесс Пенроуза».

Данный метод может быть использован для получения энергии путем создания «бомб с черными дырами». Исследование команды ученых во главе с Марионом Кромбом астрофизиком из Университета Глазго подтвердило теорию.

Вокруг своего горизонта событий (границы, за пределы которой ничто, даже свет, не может выйти) вращающаяся черная дыра создает область, называемую «эргосферой». Если объект попадает в эргосферу таким образом, что он в ней разделяется, то одна часть может упасть в черную дыру, а другая улететь, при этом эффективно забрав энергию у черной дыры. Посылая объекты или свет к вращающейся черной дыре, теоретически мы можем получить больше энергии взамен.

Помимо Роджера Пенроуза, изучением черных дыр занималось большое количество ученых, одним из них был всемирно известный ученый, который преуспел во многих отраслях науки – Стивен Хокинг.

По мнению Хокинга, в будущем может быть решен вопрос обеспечения человечества энергией раз и навсегда. Причем сделать это можно весьма необычно. «Черная дыра массой с Солнце будет вырабатывать частицы излучения Хокинга с очень низкой скоростью, из-за чего его фактически будет

невозможно обнаружить. Стоит заметить, что если черную дыру уменьшить до размеров горы, то тогда она будет вырабатывать рентгеновское и гамма-излучение с общей мощностью примерно в 10 млн мегаватт, чего хватит на питание электрических приборов всей Земли», – заявил исследователь [5].

Однако на деле все может оказаться не так хорошо, как кажется на первый взгляд. Все может закончиться катастрофой глобального характера: черная дыра может «провалиться» в центр нашей планеты, если с ней обращаться неосторожно. По этой причине такой объект необходимо держать на орбите на безопасном расстоянии от Земли. Но где найти микроскопическую черную дыру? Стивен Хокинг предполагает, что в будущем мы сами будем создавать что-то подобное. Местом обитания таких черных дыр могут стать «лишние» измерения пространства-времени. Согласно теории струн их существование возможно.

Хокинг заявил, что гравитация в данном случае будет сильнее проявляться, а это в свою очередь должно облегчить задачу создания сингулярности.

Ученый также говорит, что на сегодняшний день люди могут сами создать микроскопическую черную дыру на большом адронном коллайдере. Причем это может произойти случайно и с совершенно непредсказуемыми последствиями.

Подводя общий итог, можно сказать, что существование черных дыр, предсказанных в их современном понимании общей теорией относительности, с большой долей вероятности уже подтверждено наблюдениями. Если эта вероятность превратится в полную уверенность, то роль черных дыр как источников бесконечной энергии перевернет представление об энергетической безопасности, а также даст стимул к освоению космоса и направления разных видов наук.

Библиографический список

1. Черные дыры. Наука и жизнь. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/2927/> (дата обращения: 26.03.2021).
2. Черепашук А. М. Черные дыры во Вселенной. М.: Век 2, 2006. 64 с.
3. Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж. Гравитация. URL: <http://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 26.03.2021).
4. Шапиро С. Л., Тьюколски С. А. Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды / Пер. с англ.; под ред. Я. А. Смородинского. М.: Мир, 1985. 648 с.
5. Хокинг С. У. Черные дыры и молодые вселенные. М.: АСТ, 2017. 30 с.

УДК 378.147

И. Д. Спиридонова

студент кафедры программно-целевого управления в приборостроении

В. А. Семенова – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

ТРЕНДЫ И СОСТОЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СФЕРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ

На сегодняшний день вся энергетика находится на пороге одной из самых значительных технологических трансформаций с 1880 г. Цифровая трансформация энергетике – это цифровизация всех отраслей топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России (электроэнергетики, нефтегазового комплекса и угольной промышленности). Для нашей страны цифровая трансформация электроэнергетики означает то, что в России могут быть условия для повышения конкурентоспособности отечественной экономики на глобальном уровне. Поэтому цифровая трансформация электроэнергетики должна обеспечить рынок нашей страны современными технологическими решениями [1], [2].

Еще стоит отметить, что цифровая трансформация – это процесс, который позволит добиться результата: энергосистема сможет контролировать максимально возможное число различных факторов и использовать результаты мониторинга для повышения эффективности энергоснабжения [3].

Разработка цифровой трансформации электроэнергетики в России закреплена документами стратегического планирования [4].

Документы стратегического планирования:

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»:

- Преобразование приоритетных отраслей экономики, включая энергетическую инфраструктуру, посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений (п/п. «б» п. 11).

- Гарантированное обеспечение доступной электроэнергией, в том числе за счет внедрения интеллектуальных систем управления электросетевым хозяйством на базе цифровых технологий (п/п. «в» п. 15).

2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации».

3. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации.

Цифровая трансформация электроэнергетики актуальна тем, что позволит снизить аварийность из-за технического состояния оборудования на 20 %, тем самым повысит энергетическую безопасность регионов РФ. Также уровень технического состояния производственных фондов электроэнергетики повысится на 5 % без увеличения затрат на него и продолжительность перерывов электроснабжения снизится на 5 % [5].

Но в настоящее время данная трансформация упирается в одну весомую проблему – это зависимость от импортных технологий. Сейчас у России отсутствуют собственные инновационные разработки, поэтому закупается зарубежное оборудование и программное обеспечение (ПО) [5].

Для того чтобы правильно и результативно решить данную проблему, необходимо прибегнуть к следующим решениям поставленной проблемы [5]:

- децентрализация производства энергии;
- создание единой цифровой энергетической платформы;
- внедрение технологии интернета вещей (Internet of things);
- переход к новой конфигурации систем – Интернет энергии (Internet of Energy).

Первостепенно необходимо сделать децентрализацию производства энергии. Децентрализация позволяет крупным промышленным потребителям переходить на собственную генерацию. Потребители приобретают все большее значение и самостоятельность в системе, выступая и как потребители, и как производители электроэнергии. В данном решении есть следующие возможности: новые услуги по управлению спросом и предложением, доступность электроэнергии для удаленных потребителей и гибкость энергетических объектов (за счет повышения управляемости элементов генерации и сетей). Но есть и риск разбалансирования единой энергосистемы, то есть усугубление проблемы перекрестного субсидирования [5].

При создании единой цифровой энергетической платформы появляется система взаимоотношений участников рынка или сотрудников компаний, объединенных единой информационной средой, которая приводит к снижению издержек за счет применения пакета цифровых технологий и изменения системы разделения труда.

Сегодня в электроэнергетике России IoT – технологии (Internet of Things) применяются в двух основных направлениях: снижение энергопотребления и контроль технической исправности оборудования для предотвращения аварийных ситуаций. Технологии интернета вещей основаны на телеметрии и телеуправлении, поэтому используются в отрасли для построения «умных» сетей и инфраструктуры Smart Grids при помощи датчиков и сенсоров, подключенных к общему облачному или онлайн-сервису.

При создании «умных» систем на основе телеметрии удастся снизить технологические риски, повысится точность учета и распределения ресурса. В пример можно привести г. Москва. Там уже работает сеть для сбора данных о потреблении электроэнергии домохозяйствами на основе подключенных к специализированной беспроводной сети адаптированных счетчиков.

С помощью системы телеуправления в электроэнергетике можно проверять состояние сетей в режиме онлайн, сохранять данные в облачных сервисах, определять степень риска дальнейшей эксплуатации объекта и необходимость быстрого вмешательства ремонтно-технических служб.

Приведем общий пример для телеметрии и телеуправления. При их использовании на объектах энергетики в 15 раз ускорится передача информации о возможном возникновении аварийной ситуации, соответственно, и время на устранение угрозы [6].

Сейчас отечественные производители оборудования и ПО для предприятий ТЭК активно разрабатывают инновационные продукты для применения во всех сегментах энергетики: генерация, передача и распределение, сбыт и потребление.

По распоряжению президента РФ энергетические компании должны приобретать российское ПО и различные электронные компоненты для внедрения интеллектуальных систем управления электрическими сетями. Это дает мотивацию для увеличения спроса на такие отечественные разработки, как LPWAN-технологии, системы прогнозного мониторинга энергетического оборудования и другие инновационные продукты [6].

В 2021–2022 гг. уже должны стартовать пилотные проекты для создания российского «Интернета энергии» (MicroGrid, малая распределенная энергетика). Оборудование и IoT-технологии будут проходить тестирование, основанное на базе МЭИ «Технологии транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем».

За счет внедрения этих технологий планируется кумулятивный эффект в размере 532 млрд рублей в отрасли электроэнергетики [7].

На данный момент сложно оценить точную готовность или неготовность внедрения новых трендов цифровизации в сфере электроэнергетики, потому что состояние отечественных энергетических объектов очень разное. Например, в крупных узлах компаний больших городов дела обстоят лучше в этой сфере, чем в маленьких удаленных населенных пунктах нашей страны. А ведь цифровизация должна проходить повсеместно, то есть должно быть максимальное проникновение современных стандартов. Поэтому работа предстоит огромная, но первые шаги уже сделаны. Главное, чтобы под внедрением трендов цифровизации электроэнергетической отрасли было разумное и верное сочетание качества и разнообразия решений [8].

Библиографический список

1. РБК. Инновации. Пять шагов к цифровизации энергетики. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d6796719a7947b5b36a5972> (дата обращения: 09.12.2020).
2. Трофимова Н. Н. Влияние цифровизации экономики на модернизацию промышленности. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43046063> (дата обращения: 15.12.2020).
3. Румянцева С. Энергетика и промышленность России. Совместная работа. В направлении цифровой трансформации. URL: <https://www.eprussia.ru/epr/404/8227270.htm> (дата обращения: 11.12.2020).
4. Текслер А. Л. Министерство энергетики Российской Федерации. Цифровизация энергетики. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/tsifrovaya-energetika16x915.pdf> (дата обращения: 15.12.2020).

5. *Рогалев Н. Д.* Цифровая энергетика. Новая парадигма функционирования и развития. URL: http://nts-ees.ru/sites/default/files/cifrovaya_energetika_blok.pdf (дата обращения: 13.12.2020).
6. ПАО «Россети». Концепция. Цифровая трансформация 2030. URL: https://www.rosseti.ru/investment/Kontseptsiya_Tsifrovaya_transformatsiya_2030.pdf (дата обращения: 13.12.2020).
7. *Иохимович Е. Д., Трофимова Н. Н.* Модернизация управления производственными процессами как главный фактор экономической трансформации. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42923037> (дата обращения: 15.12.2020).
8. *Игнатов С.* Цифровизация в электроэнергетике: тенденции и перспективы. Круглый стол. URL: <https://marketelectro.ru/content/cifrovizaciya-v-elektroenergetike-tendencii-i-perspektivy-kruglyy-stol> (дата обращения: 11.12.2020).

УДК 004.056

И. С. Скробат, А. Р. Стародуб

студенты кафедры технологий защиты информации

Р. Р. Фаткиева – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

МОДЕЛИРОВАНИЕ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ТИПА «УМНЫЙ ГОРОД»

Введение

Функционирование современных городов в значительной степени зависит от уровня развития информационных технологий, внедрение которых в повседневную жизнь людей происходит в разных странах и городах с разной скоростью, объемами и интенсивностью. Концепция умного города заключается в обеспечении современного качества жизни путем внедрения инновационных технологий, которые упрощают управление внутренними городскими процессами и обеспечивают комфортную и безопасную жизнедеятельность. По сути, жизнь в Smart city – это жизнь в городе, в котором огромную роль играет взаимосвязь системы информационных и коммуникативных технологий с интернетом вещей. В этом случае городская инфраструктура выполняет важные функции:

- оперативного сбора и передачи данных для задач управления;
- налаживания обратной связи между администрацией и горожанами;
- комплексного благоустройства среды;
- рационального использования всех объектов городской инфраструктуры;
- ведение постоянного мониторинга важнейших объектов городской среды в целях обеспечения безопасности;
- обеспечение автономности города;
- минимизация вредного воздействия источников энергии.

Представленные на рынке системы мониторинга городской инфраструктуры позволяют оценивать функционирование отдельных объектов, однако слабо учитывают поведения объектов и модели их взаимодействия при значительном количестве участников, не позволяют на основе поступающих данных оперативно строить и перестраивать модели городской инфраструктуры, что необходимо для разработки эффективных мероприятий по снижению рисков реализации угроз информационной безопасности в условиях функционирования «Умного города».

Обзор публикаций

В настоящее время существует множество работ, которые отражают безопасность функционирования умного города с точки зрения защиты информации. Для более полного понимания данной проблематики рассмотрим существующие исследования.

В [1] обсуждаются вопросы, связанные с комплексной разработкой и внедрением таких технологий, как «Умный город». Также в работе проводится сравнительный анализ безопасности «тривиальных» и «умных» систем. Результатом анализа является существенное снижение уровня угроз, связанных с выходом из строя вспомогательной инфраструктуры, но повышение риска угроз, которые связаны со сбоями самой системы и ошибками пользователей.

В [2] представлено абстрактное описание инфраструктуры и архитектуры умного города, рассмотрены основные аспекты безопасности различных архитектурных уровней и, наконец, внимание сосредоточено на проблеме безопасности оконечных узловых устройств умного города. Цель работы состояла в том, чтобы подчеркнуть необходимость защиты самого устройства от нетрадиционных атак и предоставить некоторые меры противодействия, которые можно использовать на существующих и будущих устройствах для повышения уровня их безопасности. Подход к защите инфраструктур умных городов состоит в том, чтобы гарантировать, что его компоненты поддерживают высокий уровень безопасности и оценивать уязвимости каждой новой службы или приложения, а также изучать их влияние на безопасность общих систем и ресурсов.

В [3] также подчеркивается важность обеспечения кибербезопасности. Планы по развертыванию «умных» систем учитывают возможность возникновения некоторых угроз безопасности и инцидентов в киберфизических системах.

Большинство авторов в своих исследованиях лишь кратко описывают общее состояние защищенности системы «умный город», фокусируясь при этом на отдельных элементах инфраструктуры. Так, в [4] изучается способ предоставления услуг по безопасному управлению энергией для диагностики и классификации зданий в том или ином районе по их энергопотреблению. Система построена таким образом, что частные данные постоянно зашифрованы, а сервер, выполняющий алгоритм классификации, не имеет информации о конфиденциальных данных и возможности их расшифровки.

В [5] поднимается тематика обеспечения безопасности беспилотных транспортных средств на примере реализации данной концепции в инфраструктуре умного города. Рассматриваются различные угрозы, которые могут нанести ущерб системе, затронув такие аспекты информационной безопасности, как конфиденциальность, целостность и доступность информации. Обеспечение кибербезопасности в беспилотных транспортных средствах является одной из наиболее серьезных проблем, которая ставит под угрозу в первую очередь безопасность пассажиров. В настоящее время защитным мерам безопасности на транспортных средствах и при взаимодействии между транспортными средствами не уделяется достаточного внимания, поэтому разработка методов обеспечения безопасности беспилотных транспортных средств является актуальной задачей, представляющей научный и практический интерес.

Некоторые работы предлагают уже готовые решения проблем информационной безопасности. Так, в [6] предложена концепция повышения уровня конфиденциальности в платформе проекта District of Future, предназначенной для обмена информацией об энергетике в режиме реального времени. Решение обеспечивает механизм для тонкого контроля доступа (конфиденциальности), сквозной идентификации и сопротивления анализу трафика. В [7] предлагается динамическая, масштабируемая, готовая к IoT модель, основанная на протоколе OAuth 2.0 и позволяющая полностью делегировать авторизацию, чтобы в качестве механизма контроля доступа к сервисам был предусмотрен сервисный механизм.

В настоящее время произведено достаточное количество исследований, которые освещают проблемы безопасности, связанные с обеспечением конфиденциальности данных. Например, в [8] автор уделяет особое внимание защите данных, которые затрагивают частную жизнь человека, данное исследование иллюстрируется на примере транспортных систем.

В [9] определены основные требования развития и обеспечения безопасности инфраструктуры пространственных данных для сценариев умного города на основе предложенной концепции инфраструктуры данных умного города. Концепция способствует обеспечению конфиденциальности, безопасности и контролируемому доступу, а также предоставляет способы авторизации и аутентификации этих распределенных компонентов без необходимости повторного входа в систему. Также рассматриваются такие стандарты безопасности, как OAUTH2, openID connect и язык разметки безопасности SAML, основанный на аутентификации по методу одиночной подписи Single sign on. Сочетание таких стандартов позволяет легко интегрироваться с внешними сервисами аутентификации.

Документ [10] иллюстрирует основные проблемы конфиденциальности, связанные с инфраструктурой умного города, которые необходимо решить, чтобы пользователи могли доверять системе и не беспокоились за безопасность своих данных. Эти проблемы включают аутентификацию, контроль доступа, конфиденциальность, доверие, секретность данных, реализацию политик и безопасное промежуточное программное обеспечение. Авторы убеждены, что конфиденциальность следует рассматривать как неотъемлемую часть инфраструктуры умного города, и она не должна подвергаться риску при планировании и проектировании инфраструктуры умных городов.

Проанализировав существующие материалы на данную тематику, можно сделать вывод о том, что ни в одном из них не была предложена общая структурированная модель угроз информационной безопасности, поэтому решение данной проблемы требует разработки модели угроз информационной безопасности, а также разработки методов защиты в системах типа «Умный город».

Модели угроз информационной безопасности систем типа «Умный город»

Для построения модели угроз целесообразно рассмотреть их классификацию по объектам воздействия, а именно, разделив их на:

- программные средства;
- аппаратные средства;
- данные (информация);
- программно-аппаратные средства.

Данная классификация позволяет осуществить группирование угроз в зависимости от объектов угроз (рис. 1). Например, под программными средствами подразумевается совокупность программ, которые обеспечивают управление аппаратными средствами, а также выполняют операции по обработке информации. К данным средствам относятся антивирусные программы, пользовательские приложения, различные сервисы обработки данных и т. д.

Аппаратные средства – устройства и приборы, входящие в состав инфраструктуры умного города. Например, различные смарт-датчики, камеры фото-видеофиксации, средства передачи данных и другие элементы интернета вещей.

Данные – это информация, представленная в виде, пригодном для ее последующей передачи, хранения и обработки автоматическими средствами. К данным относится любая информация, которая может быть получена с датчиков, пользовательских устройств или сервисов и приложений.

Программно-аппаратные средства представляют собой комплексное взаимодействие технических и программных средств, которые рассматриваются как единый объект воздействия, например, система контроля и мониторинга ситуации на дорогах умного города.

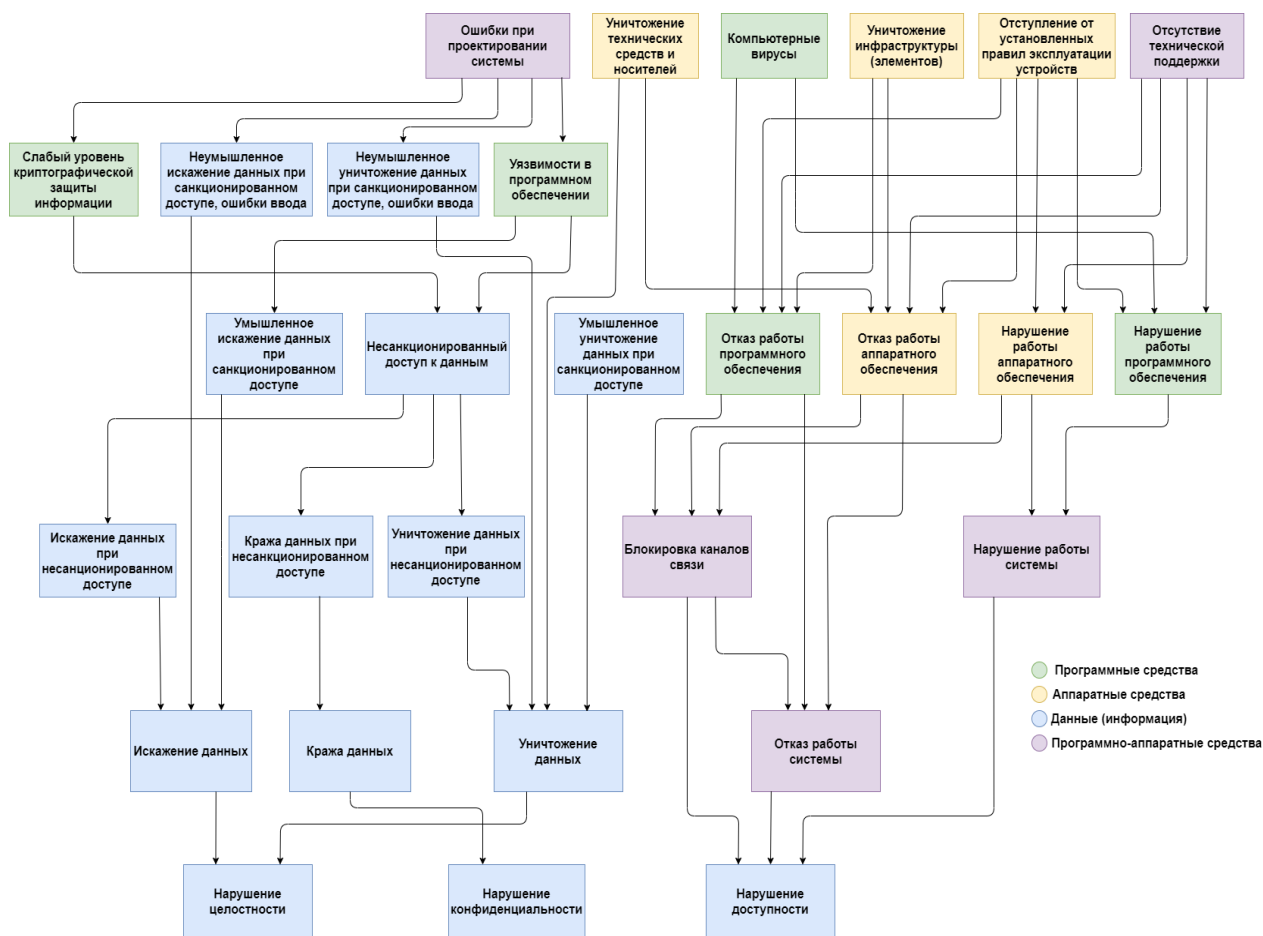


Рис. 1. Схема угроз информационной безопасности инфраструктуры умного города

С помощью данной схемы угроз безопасности можно выявить существующие угрозы, разработать эффективные контрмеры, повысив тем самым уровень информационной безопасности, и оптимизировать затраты на защиту.

Основным объектом угроз являются данные и именно они нуждаются в комплексной защите. Информация может подвергаться различным сторонним модификациям, поэтому специалистам по безопасности необходимо позаботиться о том, чтобы в ходе различных манипуляций с данными не происходило нарушений их целостности, конфиденциальности и доступности, а также не забывать и про другие потенциальные угрозы в ходе проектирования и эксплуатации систем типа «умный город».

Заключение

В работе был проведен анализ существующих на данный момент систем функционирования умного города с точки зрения защиты информации, спроектирована модель угроз информационной безопасности, проведена классификация угроз, а также выявлены основные уязвимые объекты этой модели.

Разработанная модель может послужить основой для дальнейших исследований в области обеспечения информационной безопасности, а также может быть использована в качестве вспомогательной схемы для реализации механизмов защиты информации от вредоносного воздействия.

Библиографический список

1. *Kurcheeva G., Denisov V., Khvorostov V.* Threats to information security in a highly organized system of the «smart city» // Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 803 (1).
2. *Foumaris A., Lampropoulos K., Koufopavlou O.* End node security and trust vulnerabilities in the smart city infrastructure // Paper presented at the MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 188.
3. *Majhi S., Patra G., Dhal S.* Cyber physical systems & public utility in India: State of art // Paper presented at the Physics Procedia. 2016. Vol. 78. P. 777–781.
4. *Stan O., Zayani M., Sirdey R.* New crypto-classifier service for energy efficiency in smart cities // Paper presented at the SMARTGREENS 2018 – Proceedings of the 7th International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems. 2018. P. 78–88.
5. *Скатков А. В., Брюховецкий А. А., Мусеев Д. В.* Обеспечение безопасности интеллектуальных транспортных средств в инфраструктуре умного города. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-bezopasnosti-intellektualnyh-transportnyh-sredstv-v-infrastrukture-umnogo-goroda> (дата обращения: 06.02.2021).
6. *Suomalainen J., Julku J.* Enhancing privacy of information brokering in smart districts by adaptive pseudonymization // IEEE Access. 2016. Vol. 4. P. 914–927.
7. *Álonso A., Fernández F., Marco L., Salvachúa J.* IAACaaS: IoT application-scoped access control as a service // Future Internet. 2017. Vol. 9 (4). P. 64.
8. *Elmaghraby A., Losavio M.* Cyber security challenges in smart cities: Safety, security and privacy // Journal of Advanced Research. 2014. Vol. 5 (4). P. 491–497.
9. *Chaturvedi K., Matheus A., Nguyen S.* Securing spatial data infrastructures for distributed smart city applications and services // Future Generation Computer Systems. 2019. Vol. 101. P. 723–736.
10. *Abosag N.* Impact of privacy issues on smart city services in a model smart city // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2019. Vol. 10 (2). P. 177–185.

УДК 541.1

Е. В. Степанцов

студент кафедры электромеханики и робототехники

В. В. Булатов – кандидат технических наук – научный руководитель**ОБЗОР КООРДИНАТНЫХ СТОЛОВ**

Координатный стол – промышленная установка, комплекс оборудования, предназначенный для перемещения по заданной траектории рабочего механизма станка или обрабатываемой детали. Первые станки появились еще в древних временах, когда наши предки, не обладающие такими развитыми технологиями, орудовали только каменными орудиями и инструментами, просверливали отверстия, например, для того, чтобы насадить молот или топор на палку. В древности использовались верстаки, которые оснащали в соответствии с требованиями мастера, будь то гончарное производство или обработка кожи.

Современный координатный стол – сложная мехатронная система, объединяющая несущую конструкцию опоры с электромеханическим приводом и многоосной системой подачи, и исполнительный механизм произвольного назначения. Для полной автоматизации процесса производства в настоящее время используют цифровое ЧПУ (числовое программное управление). На современных координатных столах можно достигать небывалой ранее точности обработки. Даже на высоких скоростях точность составляет вплоть до пары микрон.

Составные части координатного стола

Безусловно, из самого названия следует, что должна быть крепкая несущая часть – стол. Это может быть станина или рама. Станина – сварная или литая металлическая конструкция. Очевидно, что литая станина обойдется дороже, но она лучше гасит вибрации при работе стола, что позволит достигать большей точности при обработке деталей. Но для средних размеров или маленького станка вполне подойдет и сварная станина, это и обойдется дешевле, и упростит производство самого стола.

Опорная рама также бывает нескольких типов. Рама может быть сварная, так же может собираться из тянутых алюминиевых профилей, которые крепятся при помощи резьбовых соединений. Алюминиевый профиль дает малую массу и жесткую конструкцию, простую для монтажа и надежную при использовании.

Для того чтобы перемещать исполнительный механизм, требуются приводы подачи, монтируемые на несущей раме. Также крепится рабочая плита, на которую в процессе эксплуатации крепится обрабатываемая деталь. Фиксация детали может быть обеспечена несколькими методами: механический или вакуумный прижим, реж – под действием собственного веса.

В качестве исполнительного устройства используют фрезерную головку, лазерный или плазменный резак, сверлильную или шлифовальную насадку, точечную сварку, покрасочную головку и так далее.

Классификация координатных столов

Координатные столы отличаются в зависимости от:

степеней свободы перемещения

Можно разделить на двухкоординатные и трехкоординатные. Двухкоординатные столы имеют меньшую стоимость, простое исполнение. Но допустимой высотой работы и временем исполнения технологического процесса они уступают трехкоординатным;

способа фиксации заготовки

Столы также можно разделить на механизированные, вакуумные и гравитационные. Последние удерживают деталь под действием собственного веса;

поворота вокруг вертикальной оси

Можно разделить на горизонтальные и наклонные. Наклонные столы имеют повышенный функционал;

способа перемещения рабочей платформы

Можно разделить на ручные, электрические и управляемые ЧПУ;

способа перемещения по осям

Можно разделить на рельсовые и цилиндрические направляющие, разделяемые на фланцевые и безфланцевые;

типа передач

Можно разделить на привод с зубчатыми колесами, ременным и шарико-винтовым механизмом. Последние имеют большую точность и меньший шум работы. Первые имеют средние показатели, а столы с ременной передачей считаются бюджетными [1];

материалов основания

Материалом обычно служит сталь, чугун или легкие сплавы на основе алюминия;

назначения столы

Можно разделить на промышленные, медицинские и столы иного назначения. В качестве примера промышленного координатного стола можно привести фрезерный станок, у которого исполнительным устройством является фрезерная головка.

Примеры применения координатных столов

Во многих сферах производства возникает необходимость осуществлять точное и плавное движение рабочего органа или обрабатываемой детали по требуемым траекториям. При этом часто не требуется иметь огромный станок с многотонной и невероятно жесткой станиной, например, при реализации лазерных и плазменных технологий, поскольку на рабочий орган и деталь не действуют значительные силы. В этом случае можно решить задачу более простыми средствами, применение которых и технически, и экономически оказывается оправданным. В этом случае речь идет о координатных столах [2]. Какие же задачи можно решать с помощью координатного стола?

Установка для рентгена костей может считаться координатным столом медицинского назначения. Пациента кладут на стол, делают примерную настройку аппарата вручную, а при помощи пульта управления врачу уже можно проделывать различные манипуляции, такие как точная настройка источника излучения, осуществлять сам снимок и прочее, находясь в защищенной комнате.

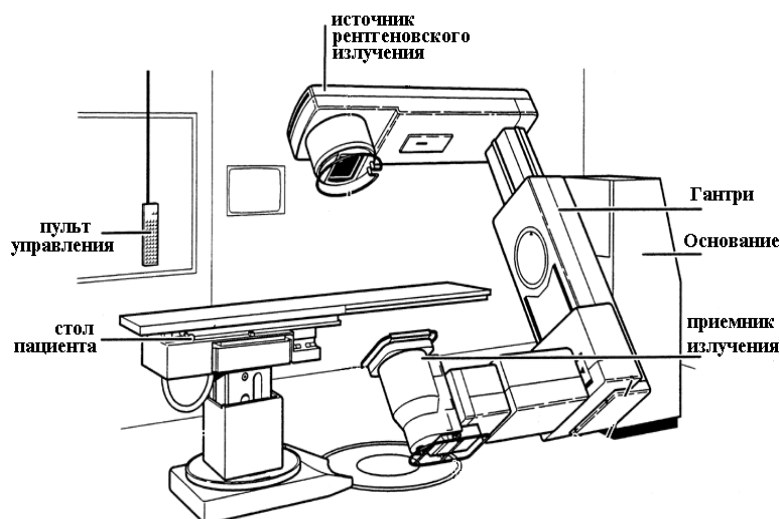


Рис. 1. Схема рентгеновского стола

Координатные столы так же используются в станках с ЧПУ, там весь процесс автоматизирован, оператору необходимо лишь ввести G-код. Но в станках с ручным управлением координатный стол подстраивает оператор. На рис. 2 изображен такой координатный стол с шарико-винтовым механизмом. Маленький люфт и точная подстройка делают этот стол хорошим для мелких работ [3].

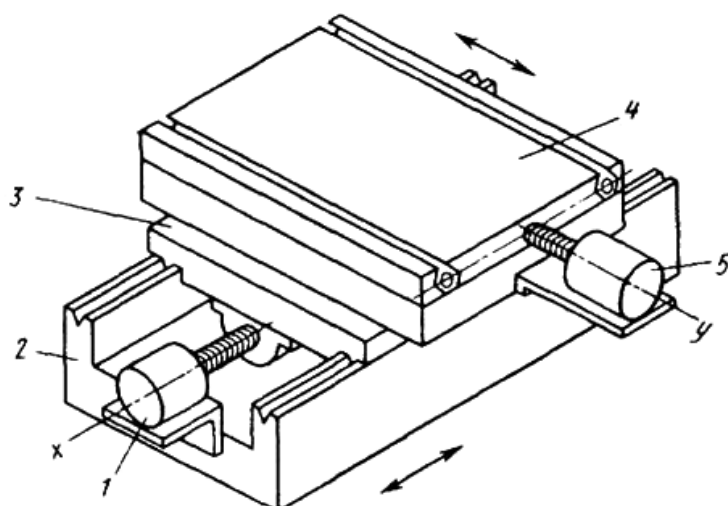


Рис. 2. Схема конструкции двухкоординатного стола: 1 – привод нижней каретки; 2 – основание; 3 – нижняя каретка; 4 – верхняя каретка; 5 – привод верхней каретки

В современном мире координатные столы становятся все более востребованными в различных областях деятельности. При помощи столов проводят медицинские обследования, производят детали невероятной точности, а также буквально с нуля печатают части сложных механизмов на 3D-принтере.

Библиографический список

1. Компания PureLogic R&D. URL: https://purelogic.ru/article/cto_takoe_koordinatnyj_stol_obschaya_informatsiya/ (дата обращения: 22.12.2020).
2. Компания Сервотехника. URL: <http://servotechnica.ru/catalog/type/article/index.pl?id=77> (дата обращения: 22.12.2020).
3. Мастерская своего дела. URL: <https://msd.com.ua/svarochnye-processy-v-elektronnom-mashinostroenii/oborudovanie-dlya-svarki-plavleniem-izdelij-elektronnogo-mashinostroeniya/> (дата обращения: 22.12.2020).

УДК 004.65

В. К. Строшков

студент кафедры электромеханики и робототехники

С. А. Сериков – профессор, доктор технических наук – научный руководитель

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ И КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ

Во многих отраслях используют систему распознавания лиц и жестов. В данной статье я хотел бы затронуть проблемы использования компьютерного зрения в робототехнике. Положительные и отрицательные стороны использования определения жестов роботом, а также саму систему в целом.

Введение

Жесты рук – это мощный способ человеческого общения, имеющий множество потенциальных применений в области взаимодействия человека и компьютера. Если обобщить, то они используются для передачи информации различными способами. Эмоция печали может быть передана через выражение лица, опущенную голову, опущенные плечи и вялые движения. Жест, означающий команду «Стой!», может быть передан с помощью поднятой руки с ладонью, обращенной вперед, или преувеличенного взмаха обеих рук над головой. Жесты часто могут быть неоднозначными. Поскольку речь и почерк варьируются от одного человека к другому, жесты также субъективны. Они различаются у разных людей и варьируются от случая к случаю для конкретного человека. Хотя жестовая коммуникация богата, она столь же сложна [1].

Жесты используют для:

интеграции в речь, заменяя определенное слово или фразу;

изображения действия;

команд или указаний.

Компьютерное зрение получило признание относительно недавно. Основная цель работы с компьютерным зрением заключается в изучении и реализации достаточно общих решений с помощью алгоритмов машинного обучения, позволяющих применять их в широком спектре человеко-компьютерных интерфейсов для оперативного распознавания жестов [2]. Для достижения этой цели был создан набор реализаций для обработки и извлечения ручной пользовательской информации, изучения статистических моделей и возможности делать онлайн-классификацию. Окончательный прототип – это универсальное решение, способное интерпретировать статические и динамические жесты и которое может быть интегрировано с любым интерфейсом человека-робота/системы. Реализованное решение может настраиваться для изучения различных статических и динамических жестов, при этом создаются статистические модели, которые могут быть использованы в любом пользовательском интерфейсе реального времени для онлайн-классификации жестов, чем другие классификаторы. Например, команды для робота можно скоординировать по осям опираясь на оси ладони [3].

Основанные на зрении методы распознавания жестов рук имеют много доказанных преимуществ по сравнению с традиционными устройствами. Распознавание жестов рук – это сложная проблема, и текущая работа является лишь небольшим вкладом в достижение результатов, необходимых в этой области.

Для примера в данной статье я хотел бы представить готовую идею использования платы «Ардуино Мега» для приема сигналов от датчиков и отправки их в процессор, далее инерциальный блок (ИДУ-МПУ-9250). Параметры использования ИДУ – это ускорение, гироскопическое ускорение и углы во всех трех осях [4].

Гибкий датчик – это полоска, сопротивление которой пропорционально величине деформации в датчике. Таким образом, он выдает переменное значение напряжения в зависимости от деформации. ИДУ (МПУ-6050) выдает линейное ускорение и гироскопическое ускорение по всем трем осям (x, y, z).

Жесты можно разделить на два подкласса:

- 1) статические жесты;
- 2) динамические жесты.

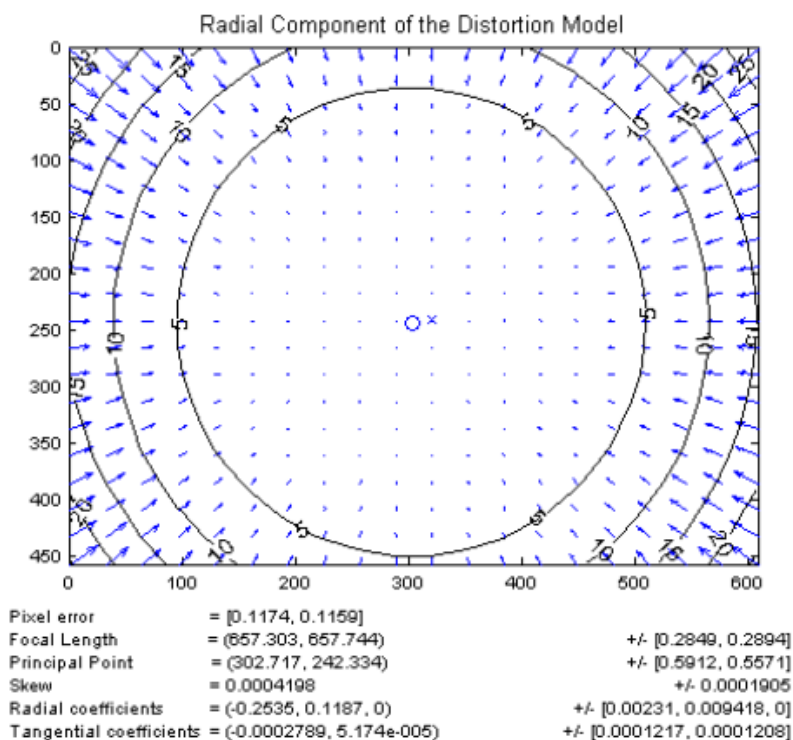


Рис. 1. Пример осей координат для компьютерного зрения

Количество объектов для обоих подклассов используется для статических жестов. Мы использовали значения гибких датчиков и углы со всеми тремя осями в качестве признаков и динамических жестов; значения гибких датчиков, линейное ускорение, гироскопическое ускорение и углы во всех трех осях.

Пример алгоритма статического распознавания жестов

Прежде всего, углы должны быть рассчитаны по значениям ускорения с помощью этих формул:

$$Ax = \arctan\left(\frac{x}{\sqrt{y^2 + z^2}}\right)$$

$$Ay = \arctan\left(\frac{y}{\sqrt{x^2 + z^2}}\right)$$

Значения угла имеют некоторый шум в них и, таким образом, должны быть отфильтрованы, чтобы получить из него гладкие значения. Мы использовали фильтр Калмана для фильтрации значений. Затем оба значения датчика изгиба и углы подаются в предварительно обученную машину опорных векторов (SVM) с ядром Радиальной базисной функции (Gaussian) [5].

Углы, линейные ускорения и гироскопические ускорения фильтруются с помощью фильтра Калмана. Значения хранятся во временном файле с каждой строкой, представляющей одну временную точку. Затем каждое значение нормализуется по столбцам. Затем из них отбирают 50 временных точек. После этого они линеаризуются в один единственный вектор 800 измерений.

Затем он подается в SVM с ядром Радиальной базисной функции (гауссовым). Поскольку некоторые жесты, такие как «построение колонны», «транспортное средство», «боеприпасы» и «точка сбора», похожи друг на друга, мы сгруппировали сходные признаки в один класс. Если первый SVM классифицируется в одну из этих групп, то они передаются в другую SVM, которая обучена только классифицировать жесты в этой группе.

Основные особенности системы

1. Никаких препятствий в движении рук нет.
2. Система является легкой.

3. Система может распознавать 27/28 статических жестов и 14/15 динамических жестов.

4. Система может быть улучшена с помощью нейронной сети путем сбора большего количества данных. Поэтому был создан механизм для записи новых данных и их немедленного хранения. Таким образом, освобождая место для большего количества жестов, которые будут распознаны.

5. Размер можно уменьшить много путем использование выполненного на заказ обработчика для сигналов.

Разрабатываемая система будет основана на плате Raspberry Pi, написана на языке программирования Python. Обучение системы будет происходить при помощи обычной web-камеры.

Также возможно пригодятся следующие инструменты:

- Tensor Flow – платформа с открытым исходным кодом для реализации, обучения и развертывания моделей машинного обучения.

- Keras – библиотека с открытым исходным кодом, используемая для реализации архитектур нейронных сетей, работающих как на процессорах, так и на графических процессорах.

- Tensor Flow Lite – это платформа с открытым исходным кодом, предназначенная для развертывания моделей машинного обучения на периферийных устройствах, таких как смартфоны.

Данная система будет решать следующие задачи:

- 1) определять положение человека или руки;
- 2) считывать и обрабатывать информацию в режиме реального времени;
- 3) распознавать лица и жесты.

Система сможет работать на разных платформах роботов и решать проблему экстренного управления роботом при помощи жестов.

Возможные недостатки и проблемы с которыми можно столкнутся:

- 1) отладка системы для применения на определенной платформе;
- 2) калибровка камеры;
- 3) медленное реагирование на действия человека из-за применения дешевого оборудования.

Библиографический список

1. Распознавание жестов для взаимодействия с ИИ: от теории к последним достижениям. URL: <https://integral-russia.ru/2020/07/30/raspoznavanie-zhestov-dlya-vzaimodejstviya-s-ii-ot-teorii-k-poslednim-dostizheniyam> (дата обращения: 05.10.2020).

2. Некрасов И. Технология и решения для распознавания лиц и жестов от компании Omron. URL: <https://controlengrussia.com/tehlichesкое-zrenie/tehnologiya-raspoznavaniya-lits-okao-vision-ot-omron> (дата обращения: 14.01.2021).

3. Калибровка Kinect v2 с помощью OpenCV на Python. URL: <https://habr.com/ru/post/272629> (дата обращения: 17.11.2020).

4. Тригейрос П., Рибейро Ф., Райс Л. URL: https://www.researchgate.net/publication/278411144_Computer_Vision_and_Machine_Learning_based_Hand_Gesture_Recognition (дата обращения: 20.12.2020).

5. Подход компьютерного зрения к распознаванию жестов рук. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/10/computer-vision-approach-hand-gesture-recognition> (дата обращения: 20.12.2020).

УДК 004.056.05

М. О. Тучкова

студентка кафедры технологий защиты информации

Р. Р. Фаткиева – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель**ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ MSSP НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Серьезным нарушением информационной безопасности является халатность корпоративных пользователей при доступе к защищенной информации. Большинство пользователей ИС не понимают, что некорректными действиями могут подвергать корпоративные системы внешним атакам.

Однако наряду с возрастающей сложностью угроз инструменты информационной безопасности претерпевают серьезную эволюцию. СЗИ содержат множество механизмов – от передовых методов анализа данных до телеметрии и искусственного интеллекта. Теперь, чтобы организовать действительно надежную защиту, в штате организации должны быть высококвалифицированные специалисты, хорошо знакомые с видами и методами настройки систем защиты информации, которые очень разнообразны. Компании решают эту проблему по-разному (рис. 1).

Управляемые услуги безопасности включают широкий спектр потенциальных предложений. Поэтому доступные услуги могут сильно различаться от поставщика к поставщику, даже если они рекламируются как одно и то же. Понимание того, чего же ожидать от каждого типа услуг, необходимо для выбора поставщика и услуги, отвечающей потребностям рассматриваемой организации.

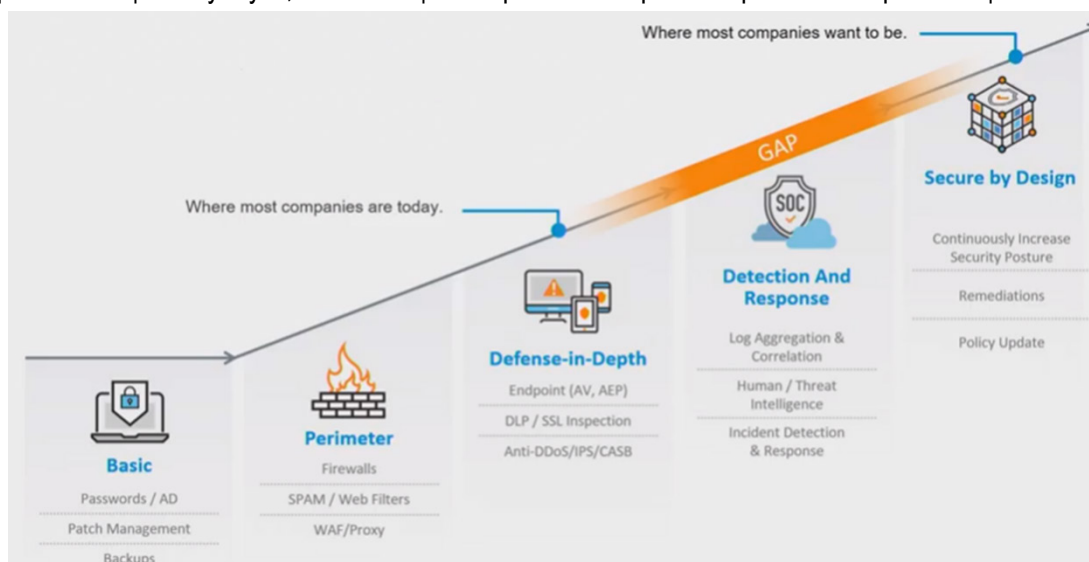


Рис. 1. Эволюция безопасности компаний [1]

При выборе поставщика управляемой безопасности можно встретить множество терминов: Security information and event management (SIEM), Managed Security Services Provider (MSSP), Managed Detection and Response provider (MDR) и software as a service (SaaS). Каждый из этих терминов может означать разные вещи в поле управляемой безопасности.

Крупные игроки рынка предпочитают создать свой «центр компетенций» и сознательно «играют в долгую», инвестируют в современные СЗИ и развитие сотрудников. Небольшие компании используют MSS – услуги провайдера или аутсорсинг для решения задачи информационной безопасности (ИБ), а часть компаний только начинает задумываться над этим вопросом.

На сегодняшний день большое количество владельцев System-on-a-Chip (SOC) уверены, что они готовы принимать нагрузку потенциальных клиентов без каких-либо трудностей. Но в большинстве случаев возникают следующие проблемы:

- клиент зачастую сам не знает, что нужно собирать и обрабатывать. Поскольку разработка механизма выбора услуги и ее автоматической активации в случае необходимости является основной задачей выбора архитектуры, так как ручное управление клиентскими услугами уже уходит в про-

шное. В данный момент аналогичные механизмы широко применяются при разворачивании виртуальных серверов и сервисов через личный кабинет облачных провайдеров. Однако клиенты не всегда понимают необходимый набор услуг и сервисов, требуемых для обеспечения их задач;

- увеличение количества сервисов, необходимых для предоставления услуг должного уровня. В случае выбора MDR-архитектуры дополнительно потребуется предоставление информации об этапности реализации атаки, классификации угрозы и возможных объектов, находящихся в зоне риска. Отсюда возникает необходимость предоставления сервиса отчетности и визуализации, как главного инструмента для анализа эффективности работы сервиса MSSP для клиента;
- качественная визуализация, входящая в состав SOC и требует привлечения компетентных специалистов.

Компании, которые пытаются решить проблему кибербезопасности, понимают, что применение MSSP – лучший способ решить данную проблему. В рассматриваемой модели обслуживания поставщик услуг берет на себя обслуживание и эксплуатацию системы, предоставляя клиентам конечный результат. Это также происходит в контексте того факта, что SaaS в целом становится все более удобной концепцией ИТ-процессов для многих технических специалистов, так как размещать приложения в облаке или сдавать их в аренду удобно и просто, также выгодно отдать защиту от киберпреступников на аутсорсинг.

Gartner¹ определяет поставщика услуг аутсорсинга информационной безопасности как поставщика услуг, который может удаленно наблюдать, управлять и дополнять функции ИБ в любой организации, но при этом его персонал не располагается на площадке заказчика. Эти услуги могут предоставляться как отдельно, так и быть интегрированы с текущей инфраструктурой безопасности. При этом организации могут нанимать MSSP как для управления отдельными инициативами ИБ, так и для аутсорсинга всей программы безопасности целиком [2].

К таким подходам прибегают те, у кого в компании ограничены ресурсы информационных технологий (ИТ) или ИБ, наблюдается недостаток экспертизы или есть необходимость в быстрой и качественной реализации функции ИБ по сравнению с внутренней реализацией. Условия, в которых приходится работать бизнесу, постоянно меняются. Увеличивается активность киберпреступников, количество атак, постоянно меняются способы и пути, которыми пользуются мошенники.

Услуги MSSP теоретически могут предоставить клиентам полный перечень традиционных методов защиты от известных угроз безопасности. Все оборудование, необходимое для организации комплексной защиты ИТ-инфраструктуры предприятия, можно заменить подпиской на услугу от оператора.

MSSP, которые предоставляют услуги центра информационной безопасности, способны не только отслеживать и бороться с последствиями атак, но и решать ряд других задач, в том числе:

- стратегическое планирование, оценка угроз;
- обогащение правил SOC на основе внешних данных и сторонних потоков;
- хранение практически неограниченного количества данных (логов);
- реагирование на инциденты в реальном времени;
- автоматическое реагирование на инциденты

С другой стороны, заказчикам стоит всесторонне обдумать выбор поставщика MSS, так как придется передать в его руки защиту ценной бизнес-информации, ведь ее потеря или утечка весьма чувствительны для компании. Именно сомнение в провайдере или отсутствие адекватного выбора приводит заказчиков к отказу от применения полноценного набора услуг MSSP с переходом на выбор одной из модели (рис. 2).

• СРЕ-модель. Оборудование защиты располагается на площадке у заказчика. Оператор полностью управляет и сопровождает эксплуатацию этого оборудования. Данная модель наиболее популярна на сегодняшний день, включает в себя Firewall, IDS / IPS, контентную фильтрацию, управление учетными записями.

• Облачная модель. Оборудование располагается на площадке у оператора, а клиенту предоставляется традиционный канал связи, очищенный от вирусов, спама, других угроз безопасности. Данная модель наиболее перспективна, ввиду простого и быстрого подключения клиента.

¹ Gartner – исследовательская и консалтинговая компания, специализирующаяся на рынках информационных технологий.

- Консалтинговые услуги: представление консультаций по вопросам ИБ, тесты на проникновение, оценка уязвимостей.

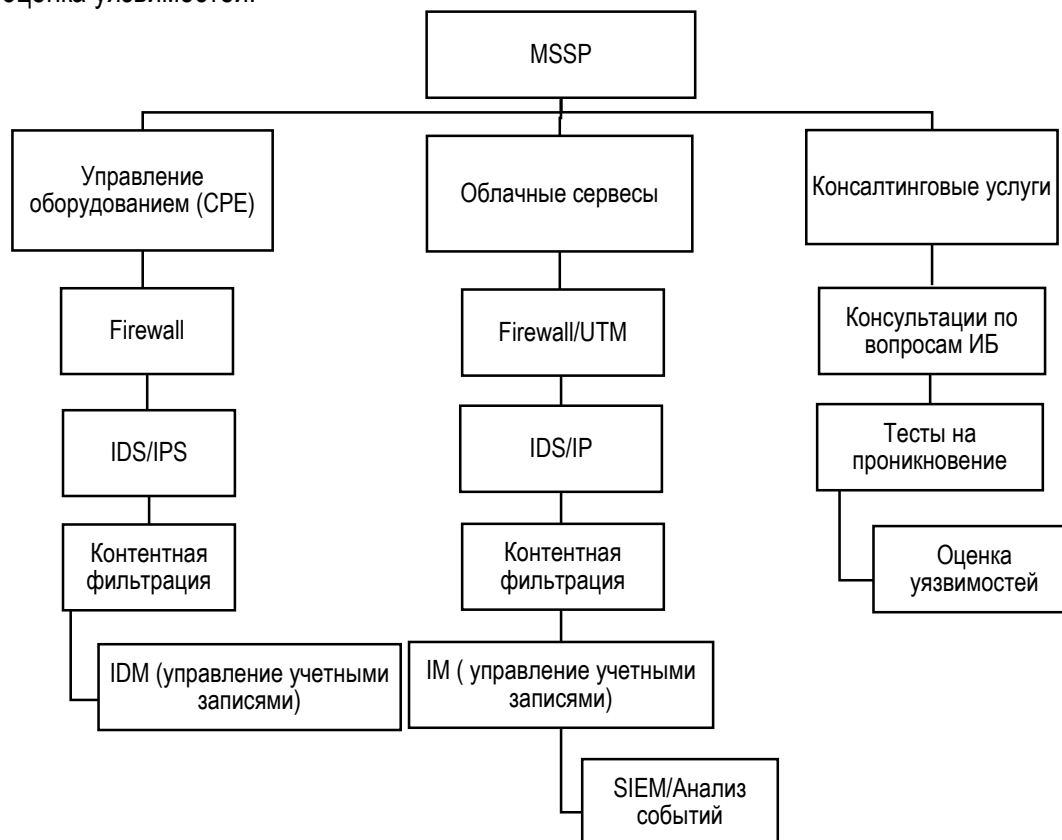


Рис. 2. Варианты предоставления сервисов по модели MSSP

Однако несмотря на широкий набор предоставляемых услуг и практическую направленность для организации защиты в модели MSSP, необходимый уровень защиты не достигается по ряду причин:

- не проработаны модели оценки функционирования организации и обеспечения внутреннего контроля для выявления внутренних инцидентов нарушения безопасности (модель позволяет внешне хранить информацию в облаке, а внутренние конфликты не выявляются и не регулируются);
- не проработаны модели обеспечения защиты внутреннего периметра, а также возможности оперативного его перестроения при изменении функционирования внутренних процессов и пространства состояний организации;
- не сформированы механизмы оперативного «перестроения» средств защиты при переложении процессов функционирования организации.

Иметь MDR – мало, а иметь только MSSP не компенсирует все риски, поэтому, очевидно, что, наладив конвейер по обнаружению продвинутых атак, MSSP в ближайшем будущем поглотит MDR. То, что раньше было MDR, станет компонентом в составе предложения MSSP [3].

Библиографический список

1. Discover What's Right for SMEs: SOC-as-a-Service, MDR, MSSP or SIEM. URL: <https://www.brighttalk.com/webcast/11871/308963/discover-whats-right-for-smes-soc-as-a-service-mdr-mssp-or-siem> (дата обращения: 12.11.2020).
2. Рынок сервисов информационной безопасности. URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Market_Analysis/market_services_information_security (дата обращения: 12.11.2020).
3. Развитие услуг безопасности операторов связи. URL: <http://www.snt.ua/about/snt-ukraine-media/razvitie-uslug-bezopasnosti-operatorov-svyazi> (дата обращения: 12.11.2020).

УДК 004.552

А. В. Филиппов

студент кафедры управления в технических системах

И. С. Кипяткова – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

Введение

Исследования в области автоматического распознавания речи (АРР) проводятся уже более пяти десятилетий. Поскольку речь является наиболее естественным способом связи между людьми, то ее следует применять для организации человеко-машинных интерфейсов. Однако в прошлом подобные интерфейсы применялись редко. Отчасти это связано с тем, что в то время технологии были недостаточно хороши, чтобы обеспечить приемлемую для большинства пользователей точность в реальных условиях использования, и отчасти потому, что во многих ситуациях альтернативные способы общения, такие как клавиатура и мышь, значительно превосходили речь по эффективности и точности взаимодействия [1].

В настоящее время задача распознавания речи становится все более востребованной. АРР стало доступнее благодаря увеличению мощности современных настольных и мобильных компьютерных систем и возрастанию доступности информации за счет высокоскоростных сетей Интернет и облачным технологиям. В наши дни существует ряд случаев успешного применения АРР: автоматические голосовые помощники, системы автоматического стенографирования, системы голосового управления интерфейсом и т. д.

Стандартным подходом к проектированию систем АРР является конструирование модели АРР из отдельных составных блоков. Такие системы показывают хорошие результаты, но имеют ряд недостатков. Компоненты таких систем должны обучаться независимо, и ошибки в одних компонентах могут влиять на работу других. Алгоритм работы подобных систем состоит из множества шагов, что повышает затраты памяти на хранение составных частей модели, это в свою очередь не позволяет использовать такие модели на локальных устройствах.

В последнее время получил распространение иной подход. Система АРР строится на основе одного блока, который может выдавать требуемые выходные данные без помощи вспомогательных компонентов. Такие модели называются интегральными (англ. end-to-end). В качестве интегральных моделей могут использоваться глубокие искусственные нейронные сети (ИНС). Основные архитектуры интегральных систем распознавания речи более подробно описаны в [2].

Отметим преимущества такого подхода перед стандартным:

- интегральные системы проще в реализации, так как они могут быть построены только на одной нейронной сети, написанной с использованием одного фреймворка и обученной с помощью градиентного спуска и функции потерь. Это уменьшает время на разработку системы и вероятность возникновения ошибок в программе;

- интегральные модели потенциально требуют меньший объем памяти устройства.

Важным недостатком таких моделей является потребность в большом количестве размеченных данных для обучения, что на некоторых типах задач может быть проблематично.

Целью данной работы является рассмотрение современных методов усовершенствования систем интегрального распознавания речи.

Обзор методов усовершенствования систем интегрального распознавания речи

Одним из основных подходов к построению интегральных систем распознавания речи является применение метода на основе коннекционной временной классификации (англ. Connectionist Temporal Classification, CTC) [3]. Коннекционная временная классификация – это функция, которая позволяет рекуррентным нейронным сетям обучаться для распознавания последовательности слов без

начального выравнивания входных и выходных последовательностей. Данный подход к построению интегральной системы распознавания речи был применен в [4]. В работе описан метод обучения сети с использованием модели «учитель-ученик», метод, называемый Curriculum learning (тип обучения, которое начинается с простых примеров задач с последующим увеличением сложности задач) и сглаживание меток, чтобы добиться значительного повышения производительности для онлайн-систем интегрального распознавания речи. Для обучения модели был использован набор данных размером в 3400 часов, демонстрирующий эффективность подхода при наличии достаточного количества обучающих данных.

Для повышения производительности нейронных сетей могут быть использованы механизмы внимания. Механизмы внимания – это подход в машинном обучении, заключающийся в выделении части входных данных (регионов изображений, фрагментов текста) для более детальной обработки. В [5] предлагается новая системная архитектура для интегральных систем распознавания речи, которая совмещает в себе возможности подхода СТС и моделирования силы механизма внимания. Предлагаемая системная архитектура, названная «иницированное внимание» (ИВ), использует основанный на СТС классификатор для управления активацией нейронной сети декодера на основе механизма внимания. Такой подход позволяет осуществлять потоковое распознавание речи с использованием интегральных систем APP, основанных на механизме внимания.

Рекуррентные нейронные сети (англ. Recurrent Neural Networks, RNNs) – популярные модели, используемые в обработке естественного языка (англ. NLP). Они оценивают произвольные предложения на основе того, насколько часто они встречались в текстах. Это позволяет получить меру грамматической и семантической корректности. Такие модели используются в машинном переводе. Модель преобразователя рекуррентной нейронной сети (П-РНС) имеет ряд преимуществ, которые позволяют осуществлять с ее помощью потоковое распознавание речи, что является трудновыполнимой задачей для интегральной системы на механизме внимания. В [6] приводятся методы улучшения обучения П-РНС. Во-первых, оптимизируется обучающий алгоритм модели, что снижает потребление памяти, во-вторых, вводятся улучшения в структуре модели, что позволяет достичь хороших показателей точности и размеров модели.

Сеть самовнимания трансформер (англ. Transformer) недавно показала многообещающую производительность в качестве альтернативы рекуррентным нейронным сетям в интегральных системах автоматического распознавания речи (APP). Однако у Трансформер-сети есть недостаток, заключающийся в том, что для вычисления самовнимания требуется вся входная последовательность. В [7] предлагается метод обработки блоков для кодировщика Трансформер путем введения механизма наследования с учетом контекста. Дополнительный вектор встраивания контекста, переданный из ранее обработанного блока, помогает кодировать не только локальную акустическую информацию, но и глобальные лингвистические атрибуты и атрибуты диктора.

Заключение

В данной работе были рассмотрены современные методы улучшения интегральных систем распознавания речи. Даны краткие описания методов улучшения. Интегральные системы APP довольно успешно применяются для многих языков, однако подобных исследований для русского языка еще мало, в частности, интегральные системы распознавания русской речи описаны в [8], [9]. Поэтому в дальнейшей работе планируется исследовать применение интегральных моделей для распознавания русской речи.

Библиографический список

1. Ронжин А. Л., Карпов А. А., Ли И. В. Речевой и многомодальный интерфейсы. М.: Наука, 2006. 173 с.
2. Марковников Н. М., Кипяткова И. С. Аналитический обзор интегральных систем распознавания речи // Труды СПИИРАН. 2018. Вып. 58. С. 77–110.
3. Graves A., Fernández S., Gomez F. Connectionist temporal classification: labelling unsegmented sequence data with recurrent neural networks. Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning. 2006. P. 369–376.

4. Improved training for online end-to-end speech recognition systems / S. Kim, M. Seltzer, J. Li, R. Zhao // arXiv preprint arXiv:1711.02212. 2017. URL: <https://arxiv.org/abs/1711.02212> (дата обращения: 06.02.2020).
5. Moritz N., Hori T., Le Roux J. Triggered attention for end-to-end speech recognition. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8683510> (дата обращения: 05.02.2020).
6. Li J., Zhao R., Hu H. Improving RNN Transducer Modeling for End-to-End Speech Recognition // Proceedings of IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop (ASRU). 2019. P. 114–121.
7. Tsunoo E., Kashiwagi Y., Kumakura T. Watanabe Towards Online End-to-end Transformer Automatic Speech Recognition // arXiv preprint arXiv:1910.11871.2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1910.11871> (дата обращения: 06.02.2020).
8. Кияткова И. С., Карлов А. А. Исследование различных архитектур нейронных сетей для интегральной системы распознавания русской речи // Известия вузов. Приборостроение. СПб., 2020. № 11. С. 1027–1033.
9. Andrusenko A., Laptev A., Medennikov I. Exploration of End-to-End ASR for OpenSTT – Russian Open Speech-to-Text Dataset // Lecture Notes in Computer Science, Springer LNAI 12335, SPECOM 2020. 2020. P. 35–44.

УДК 004

А. С. Хаистов

студент кафедры технологий защиты информации

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

МЕТОД ВЫБОРА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Введение

Актуальность и необходимость эффективного решения задач по защите информации (ЗИ) от несанкционированного доступа (НСД), по противодействию хищению, искажению или уничтожению информации в настоящее время, с одной стороны, обуславливает широкое практическое использование средств информационной безопасности (ИБ) различных функциональных возможностей и расширение их ассортимента на рынке средств защиты информации (СЗИ), а с другой – ставит перед потребителями/пользователями задачу выбора наиболее оптимального решения по защите данных.

Современный российский рынок СЗИ от НСД представлен широкой линейкой продуктов, сертифицированных ФСТЭК, ФСБ или МО РФ отечественных разработчиков и фирм-производителей, таких как ООО «Код Безопасности», ЦЗИ ООО «Конфидент», ООО «АНКАД», НИО ПИБ СПИИРАН, ООО «НПП «ИТЬ», ООО «ОКБ САПР», компания «ТСС», ООО «РУБИНТЕХ».

На основании данных исследования рынка ИБ РФ [1], проведенного российской компанией Б-152, которая специализируется на защите ПДн, можно сделать вывод, что определяющими причинами при выборе программных и программно-аппаратных СЗИ являются:

- 1) соответствие СЗИ нормам и требованиям уполномоченных органов в сфере ЗИ;
- 2) минимальная стоимость средств защиты;
- 3) личные предпочтения администраторов по безопасности, которые устанавливают и настраивают СЗИ.

При этом учитываются:

- совместимость СЗ с ОС компьютеров, которые подлежат аттестации;
- слабое влияние СЗИ на компьютер, которые используются в процессе работы;
- стабильность ПО;
- отсутствие дополнительных средств, которые затрудняют установку СЗИ и их последующую эксплуатацию.

В настоящей статье рассматривается метод выбора СЗИ от НСД для объектов информатизации, основанный на решении задачи оптимизации с помощью оценочных критериев.

Предложенная методика проведения сравнительного анализа продемонстрирована в данной статье на примере наиболее распространенных на российском рынке аппаратных и программно-аппаратных СЗИ, которые составляют основу комплексных и интегрированных систем ЗИ.

Метод сравнительного анализа СЗИ от НСД

В данной статье предлагается следующий алгоритм проведения сравнительного анализа СЗИ, используемых в информационных системах для защиты от НСД:

- 1) составляется таблица оценочных критериев, по которым проводится сравнительный анализ рассматриваемых СЗИ и соответствующие им технические характеристики;
- 2) исходя из условий приоритетных требований для каждого критерия вводится весовой коэффициент (K_i), отражающий значимость данного критерия в рамках проводимого сравнительного анализа;
- 3) составляется сводная таблица исходных данных для расчета итогового рейтинга. С этой целью таблица критериев заполняется числовыми значениями для каждого СЗИ, который участвует в сравнении, следующим образом:

а) если значения критерия для СЗИ имеют числовое выражение, то эти значения сортируются по возрастанию их величин, нумеруются натуральными числами от 1 до n ($N_{e_{ij}}$) и нормируются по формуле:

$$A_{ij} = 1 / N_{e_{ij}}, \quad (1)$$

где A_{ij} – числовой показатель для данного критерия СЗИ; $i \in [1; m]$ – количество оценочных критериев; $j \in [1; k]$ – количество СЗИ, участвующих в сравнении; $N_{e_{ij}}$ – номер значения критерия – является элементом множества $[1; n]$;

б) если значения критерия представлены текстовыми литералами «ДА» или «НЕТ», то они соответственно заменяются на нормированные значения «1» или «0».

Таким образом, после нормировки величин все числовые показатели оценочного критерия имеют значения, которые являются элементом множества $Q = [0; 1]$. При этом чем выше значимость критерия для принятия решения по выбору СЗИ, тем большее значение A_{ij} он принимает;

4) рассчитываются рейтинги по критериям сравнения [2], определяется суммарный итоговый рейтинг для каждого средства защиты соответственно по формулам (2) и (3):

$$R_{ij} = \frac{A_{ij} - A_{i_{\min}}}{A_{i_{\max}} - A_{i_{\min}}} * 100 * K_i, \quad (2)$$

где A_{ij} – текущее значение показателя данного критерия; $A_{i_{\min}}$ – минимальное значение показателя для данного критерия; $A_{i_{\max}}$ – максимальное значение показателя для данного критерия; K_i – весовой коэффициент.

$$R_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}, \quad (3)$$

где m – количество критериев СЗИ.

Пример использования метода сравнительного анализа СЗИ от НСД

Для участия в сравнении были выбраны следующие наиболее известные и популярные в России программные и программно-аппаратные СЗИ от НСД [3]–[9]:

- 1) СЗИ от НСД Dallas Lock 8.0-K (продукт компании ЦЗИ ООО «Конфидент»);
- 2) СЗИ от НСД Diamond ACS (продукт компании ООО «ТСС»);
- 3) КСЗИ «Панцирь+» (продукт производства ООО «НПП «Информационные технологии в безопасности»);
- 4) СЗИ от НСД Secret Net Studio (продукт производства ООО «Код Безопасности»);
- 5) СЗИ Аура 1.2.4 (продукт производства «НИО ПИБ СПИИРАН»);
- 6) СЗИ Страж NT 4.0 (продукт производства компании «РУБИНТЕХ»).

Технические характеристики СЗИ от НСД [3]–[9], отобранные в качестве оценочных критериев при проведении сравнительного анализа СЗИ и их значимость (весовой коэффициент), представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики СЗИ от НСД

№	Критерии сравнения	K_i	Dallas Lock 8.0-K	Diamond ACS	Панцирь +	Secre Net Studio	Аура 1.2.4	Страж NT
1	Наличие сертификата ФСТЭК	0,8	Да	Да	Да	Да	Да	Да
2	Класс защищенности	0,8	5	3	5	5	5	3
3	Уровень контроля НДВ	0,8	4	2	4	4	4	2
4	Класс АС	0,8	1Г	1Б	1Г	1Г	1Г	1Б

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

№	Критерии сравнения	Ki	Dallas Lock 8.0-K	Diamond ACS	Панцирь +	Secre Net Studio	Аура 1.2.4	Страж NT
5	Реализация дискреционной модели управления доступом	1	Да	Да	Да	Да	Да	Да
6	Реализация мандатной модели разграничения доступа	1	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
7	Реализация механизмов «доверенной загрузки» ОС	0,9	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
8	Контроль целостности программно-аппаратной среды	0,8	Да	Да	Нет	Да	Да	Нет
9	Обеспечение контроля целостности объектов файловой системы	0,7	Да	Да	Да	Да	Да	Да
10	Реализация механизмов криптографической защиты информации	0,5	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
11	Возможность организации «замкнутой программной среды»	0,2	Да	Нет	Да	Да	Да	Да
12	Обеспечение контроля подключения внешних устройств	0,6	Да	Да	Да	Да	Да	Да
13	Обеспечение контроля вывода документов на печать	0,1	Да	Да	Да	Да	Да	Да
14	Гарантированное (необратимое) удаление данных	0,4	Да	Да	Да	Да	Да	Да
15	Регистрация и учет событий	1	Да	Да	Да	Да	Да	Да
16	Возможность самодиагностики СЗИ от НСД	0,2	Да	Нет	Да	Нет	Да	Да
17	Совместимость с аппаратными средствами идентификации и аутентификации	0,8	Да	Да	Да	Да	Да	Да
18	Совместимость с аппаратными средствами криптографической защиты информации	0,6	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
19	Интеграция со средствами «доверенной загрузки»	0,6	Да	Да	Нет	Да	Да	Нет
20	Дополнительная аппаратная поддержка	0,5	Да	Нет	Да	Да	Нет	Нет
21	Дополнительные аппаратные требования: свободное место на жестком диске, Гб	0,6	0,2	0,6	0,05	16	0,128	16
22	Возможность защиты ПЭВМ, объединенных в сеть	0,7	Да	Да	Да	Да	Да	Да
23	Стоимость (15 клиентов без модуля централизованного управления), тыс. руб.	1	103,5	95,0	90	118,8	90	103,5

Так как анализируемые СЗИ от НСД являются сертифицированными средствами защиты информации и некоторые одинаковые функции выполняют с идентичными показателями (технические характеристики 1, 5, 9, 12, 13, 14, 15, 17, 22), при дальнейшем проведении анализа эти характеристики (критерии) не учитывались.

Числовые значения критериев сравнения, полученные на основе технических характеристик СЗИ, участвующих в сравнительном анализе (табл. 1) после их нормировки приведены в сводной табл. 2.

Таблица 2

Критерии и их нормированные значения для сравниваемых СЗИ от НСД

Критерии сравнения	K_i	Dallas Lock 8.0-K	Diamond ACS	Панцирь +	Secre Net Studio	Аура 1.2.4	Спраж NT	A_{imin}	A_{imax}
Класс защищенности	0,8	1/5=0,2	1/3=0,33	1/5=0,2	1/5=0,2	1/5=0,2	1/3=0,33	0,2	0,33
Уровень контроля НДВ	0,8	1/4=0,25	1/2=0,5	1/4=0,25	1/4=0,25	1/4=0,25	1/2=0,5	0,25	0,5
Класс АС	0,8	1/4=0,25	1/2=0,5	1/4=0,25	1/4=0,5	1/4=0,25	1/2=0,5	0,25	0,5
Реализация мандатного разграничения доступа	1	0	1	1	1	1	1	0	1
Реализация механизмов «доверенной загрузки» ОС	0,9	1	1	0	0	0	0	0	1
Контроль целостности программно-аппаратной среды	0,8	1	1	0	1	1	0	0	1
Реализация механизмов криптографической ЗИ	0,5	1	0	0	0	0	0	0	1
Возможность организации «замкнутой программной среды»	0,2	1	0	1	1	1	1	0	1
Возможность самодиагностики СЗИ от НСД	0,2	1	0	1	0	1	1	0	1
Совместимость с аппаратными средствами криптографической ЗИ	0,6	0	1	0	0	0	0	0	1
Интеграция со средствами «доверенной загрузки»	0,6	1	1	0	1	1	0	0	1

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Критерии сравнения	Ki	Dallas Lock 8.0-K	Diamond ACS	Панцирь +	Secre Net Studio	Аура 1.2.4	Страж NT	A _{imin}	A _{imax}
Дополнительная аппаратная поддержка	0,5	1	0	1	1	0	0	0	1
Дополнительные аппаратные требования: свободное место на жестком диске, Гб	0,6	1/3=0,33	1/4=0,25	1/1=1	1/5=0,2	1/2=0,5	1/5=0,2	0,2	1
Стоимость, тыс. руб.	1	1/3=0,33	1/2=0,5	1/1=1	1/4=0,25	1/1=1	1/3=0,33	0,25	1

Результаты расчета рейтинга критериев по формуле (2) и итоговых рейтингов по формуле (3) приведены в табл. 3.

Таблица 3

Итоговый рейтинг СЗИ от НСД

Критерии сравнения	Ki	Dallas Lock 8.0-K	Diamond ACS	Панцирь +	Secre Net Studio	Аура 1.2.4	Страж NT
Класс защищенности	0,8	0	80	0	0	0	80
Уровень контроля НДВ	0,8	0	80	0	0	0	80
Класс АС	0,8	0	80	0	80	0	80
Реализация мандатного разграничения доступа	1	0	100	100	100	100	100
Реализация механизмов «доверенной загрузки» ОС	0,9	90	90	0	0	0	0
Контроль целостности программно-аппаратной среды	0,8	80	80	0	80	80	0
Реализация механизмов криптографической ЗИ	0,5	50	0	0	0	0	0
Возможность организации «замкнутой программной среды»	0,2	20	0	20	20	20	20
Возможность самодиагностики СЗИ от НСД	0,2	20	0	20	0	20	20
Совместимость с аппаратными средствами криптографической ЗИ	0,6	0	60	0	0	0	0
Интеграция со средствами «доверенной загрузки»	0,6	60	60	0	60	60	0
Дополнительная аппаратная поддержка	0,5	50	0	50	50	0	0
Дополнительные аппаратные требования: свободное место на жестком диске, Гб	0,6	9,75	3,75	60	0	22,5	0
Стоимость (15 клиентов без модуля централизованного управления + техподдержка), тыс. руб.	1	10,67	33,33	100	0	100	10,67
Итоговый рейтинг		390,42	667,08	350	390	402,5	397,67

Таким образом, среди рассмотренных в данном примере средств защиты информации для объектов информатизации наибольшей эффективностью обладает СЗИ Diamond ACS, который имеет максимальный итоговый рейтинг (667,08). Данный выбор СЗИ носит пояснительный характер и в каждом отдельно взятом случае определяется выбранными для проведения сравнительного анализа оценочными критериями и весовыми коэффициентами.

Выводы

Предложенный метод выбора средств защиты информации от несанкционированного доступа может служить основой для подбора СЗИ объектов информатизации при построении КСЗИ. Однако следует учитывать, что определение весовых коэффициентов носит субъективный характер, что непосредственно влияет на конечный результат сравнительного анализа.

Библиографический список

1. Комаров А. Исследование «Рынок информационной безопасности Российской Федерации» // Рынок систем защиты информации (СЗИ) от несанкционированного доступа (НСД). URL: <http://itzashita.ru/analytics/nezavisimoe-issledovanie-ryinok-informatsionnoy-bezopasnosti-rossiyskoy-federatsii.html> (дата обращения: 02.02.2021).

2. Ивченко Б. П. Теоретические основы информационно-статистического анализа сложных систем. СПб.: Лань, 1997. 320 с.

3. Панасенко А. Сравнение сертифицированных средств защиты информации от несанкционированного доступа для серверов и рабочих станций (СЗИ от НСД). URL: <https://www.anti-malware.ru/compare/information-protection-unauthorized-access-fstek-certified> (дата обращения: 02.02.2021).

4. СЗИ от НСД Dallas Lock. Dallas Lock 8.0-K. URL: <https://dallaslock.ru/products/szi-dallas-lock-8-0/> (дата обращения: 02.02.2021).

5. Информационные технологии в бизнесе. КСЗИ Панцирь-K. URL: <http://www.npp-itb.spb.ru/products/szpp.shtml> (дата обращения: 02.02.2021).

6. Код безопасности. СЗИ от НСД Secret Net Studio. URL: <https://www.securitycode.ru/products/secret-net-studio/> (дата обращения: 02.02.2021).

7. Diamond ACS. Защита от несанкционированного доступа. URL: <https://www.tssltd.ru/products/diamond-acsc#benefits> (дата обращения: 02.02.2021).

8. КСЗИ «Аура 1.2.4». URL: https://cobra.ru/prod/aura1_24 (дата обращения: 02.02.2021).

9. СЗИ Страж NT 4.0. URL: https://guardnt.ru/gnt_40.html (дата обращения: 02.02.2021).

УДК 621.3

А. В. Ходин

студент кафедры электромеханики и робототехники

О. Б. Чернышева – старший преподаватель – научный руководитель

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ НА НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

При эксплуатации любой технической системы главной ее особенностью является способность находиться в исправном состоянии в течение определенного времени [1]. В случае если это условие нарушается, в технической системе происходит отказ какого-то элемента, и сама система становится ненадежной.

В различной технической литературе можно встретить большое количество определений надежности технической системы. В любом случае, вопросы, связанные с надежностью любой системы, регламентируются нормативно-правовыми документами, основными из которых являются:

- ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения [2];
- ГОСТ 27.310-95 Анализ видов, последствий и критичности отказов [3].

Согласно ГОСТ под надежностью принято понимать способность объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах работы и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Само понятие «надежность технической системы» в зависимости от свойств объекта и условий эксплуатации может быть охарактеризовано рядом свойств. Среди них можно выделить следующие:

- безотказность работы в течение определенного временного интервала;
- ремонтпригодность;
- сохраняемость;
- способность к восстановлению.

Это далеко не полный перечень факторов, определяющих надежность технической системы. Разброс факторов надежности для различных систем может быть большим и все зависит от того, какие функциональные возможности она выполняет. В общем случае можно выделить три основные группы факторов, влияющие на надежность: технические, программные и эксплуатационные. Именно при эксплуатации технической системы возможны отказы каких-то составляющих элементов либо отказ всей системы. К отказу системы приводят множество причин. Это могут быть неправильные действия обслуживающего персонала, естественный износ деталей и механизмов, климатические условия эксплуатации, влияние внешних факторов и т. д. Поэтому для предупреждения аварийных ситуаций и выхода технической системы из строя важное значение имеет техническое обслуживание. Оно направлено на поддержание основных технических характеристик на требуемом уровне.

Техническое обслуживание может быть разделено на два класса: профилактические работы и регламентные работы. Целью проведения профилактических работ является выявление ненадежных элементов и определение причин, которые могут привести к отказу всей системы.

В начале эксплуатации технической системы вероятность ее безотказной работы равна «1» и с течением времени она уменьшается. Для повышения надежности системы служат профилактические работы, которые проводятся через равные промежутки времени. Но это не означает, что после них вероятность безотказной работы снова будет равна «1» (рис. 1). Связано это с тем, что в системе могут остаться неисправные элементы, которые по каким-то причинам не были обнаружены техническим персоналом.

Когда необходимо проводить профилактику и каким образом она может повлиять на повышение надежности системы?

С точки зрения проведения профилактики она должна приводить к повышению работоспособности системы и, следовательно, к повышению ее надежности. Это утверждение может быть справедливо с точки зрения замены вышедших из строя элементов. Но при этом не рассматриваются законы распределения времени до отказа, интенсивности отказов и восстановлений элементов. Интенсивности отказов элементов могут быть постоянными и переменными. Рассмотрим эти интенсивности.

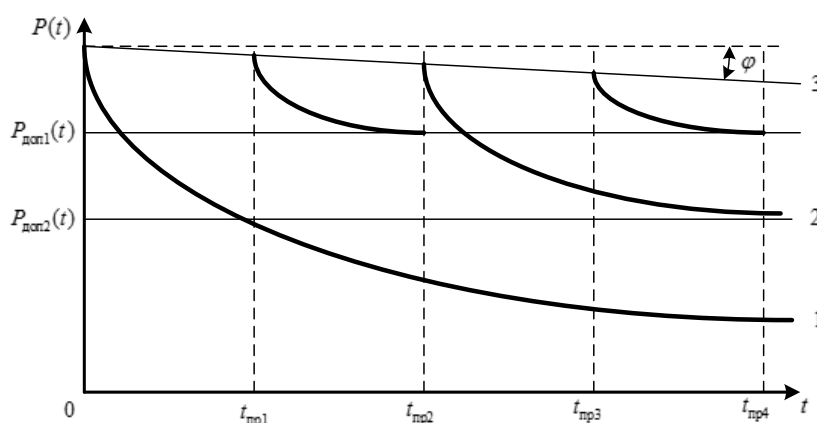


Рис. 1. Изменение вероятности безотказной работы при проведении профилактических работ

При проведении профилактики важным параметром является коэффициент готовности системы, который характеризует вероятность того, что система окажется в работоспособном состоянии в любой момент времени, кроме периодов, в течение которых ее эксплуатация не предусмотрена, то есть в моменты проведения профилактики [4].

Вероятность безотказной работы системы могут быть подчинены разным законам распределения: экспоненциальному, Вейбулла, Рэлея, Гамма-распределению и др. Использование различных законов распределения дает различные значения вероятности безотказной работы и, следовательно, различные значения времени наработки на отказ.

Рассмотрим техническую систему с постоянными интенсивностями отказов, подчиненных экспоненциальному закону распределения: $\lambda = \text{const}$, $P(t) = e^{-\lambda t}$. Время профилактики выбирается из условия:

$$Q(t) \leq Q_{\text{отк}} = 1 - e^{-\lambda t},$$

где $Q_{\text{отк}}$ – вероятность отказа системы в течение времени t .

Периодичность проведения профилактических работ определяется исходя из соотношения:

$$t_{\text{пр}} \leq -\frac{\ln(1 - Q_{\text{отк}})}{\lambda},$$

где $t_{\text{пр}}$ – периодичность проведения профилактики. Предположим, что требуемый уровень вероятности безотказной работы составляет $P(t) = 0,9$, интенсивность отказа системы постоянная и равна $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-5} \text{ час}^{-1}$. Очевидно, что в этом случае проведение профилактических работ не оказывает никакого влияния на повышение надежности системы. Более того, оно не только не целесообразно, но и при определенных условиях может привести к снижению надежности системы. Замена одного работающего элемента на другой не гарантирует улучшение характеристик работы системы. Таким образом, можно сделать вывод о том, что при экспоненциальном законе распределения применение профилактики в системе не требуется.

Для оценки влияния профилактики на надежность системы аналитическим методом необходимо знать законы распределения времени безотказной работы системы и времени восстановления системы, а также среднее время между проводимыми профилактиками и время их проведения. Профилактические работы целесообразно проводить для систем, законы распределения времен в которых отличны от экспоненциального. Основным критерием проведения профилактики является выполнение неравенства [5]:

$$K_{\text{гот с}} \geq \frac{T_2}{T_2 + T_{\text{в2}}},$$

где $K_{\text{гот с}}$ – коэффициент готовности системы; T_2 – время между профилактическими работами; $T_{\text{в2}}$ – время проведения профилактических работ.

Критерием целесообразности проведения профилактических работ является выполнение приведенного неравенства, в противном случае проведение профилактики ведет к снижению коэффициента готовности системы. Если приведенное неравенство не выполняется, то необходимо решить следующие вопросы:

– возможно ли нахождение такой частоты проведения профилактических работ, для которой выполняется данное неравенство;

– если определение частоты возможно, то необходимо определить оптимальное время между профилактическими работами, при котором коэффициент готовности системы достигает максимального значения.

Моделирование стационарных показателей надежности системы может проводиться в любом специализированном программном обеспечении. Обобщенные результаты исследований:

– если законы распределения времен отличаются от экспоненциального, то коэффициент готовности системы при проведении профилактических работ заметно повышается. Так, при $T_{\text{проф}} = 1$ час, выигрыш составляет примерно 5 % по отношению к коэффициенту готовности системы без проведения профилактических работ. Однако следует заметить, что увеличение времени проведения профилактики уменьшает коэффициент готовности системы;

– для систем, имеющих переменную интенсивность отказов, профилактика дает ощутимый выигрыш по среднему времени восстановления, а также приводит к сокращению наработки на отказ;

– по исходным законам распределения времен можно вычислить необходимую частоту профилактических работ и определить оптимальное время их проведения.

Как и любой другой вид деятельности, профилактические работы подлежат планированию. Планирование профилактики напрямую зависит от того, насколько вероятны ожидаемые отказы различной природы. В том случае, если отказы в системе происходят редкий характер, то не рекомендуется проводить частые плановые замены элементов, поскольку заменяемый элемент не будет менее надежен, чем новый, и замена его может привести не к повышению, а к снижению надежности. При постепенных отказах плановая замена элементов может существенно повысить надежность системы, если замена своевременна.

Библиографический список

1. Волохов М. А., Косулин Д. В. Надежность технических систем: учеб. пособие. СПб.: ГУАП, 2014. 168 с.
2. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1990. 24 с.
3. ГОСТ 27.310-95. Анализ видов, последствий и критичности отказов в технике. Основные положения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-27-310-95> (дата обращения: 15.01.2021).
4. Калявин В. П., Рыбаков Л. М. Надежность и диагностика элементов электроустановок: учеб. пособие. СПб.: Элмор, 2009. 336 с.
5. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности: практикум. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 560 с.

УДК 004.75

В. Р. Шалахин

магистрант кафедры электромеханики и робототехники

В. П. Дашевский – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ОБЛАЧНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Введение

Информационные технологии и автоматизация с каждым годом все глубже проникают в различные сферы общественной жизни. Изменения, вносимые ими, все более необратимы, поэтому проблемы обеспечения безопасности этих технологий становятся актуальным вызовом для разработчиков. Одним из важных примеров подобного рода являются системы контроля и управления доступом (СКУД). Это обусловлено рядом причин:

1) растет функциональность СКУД. Развитие быстрых коммуникаций открывает возможности для принятия решений о доступе в глобальном масштабе;

2) растет сложность отношений между объектами внутри СКУД. Если первые СКУД оперировали простыми категориями «пустить по номеру карты» и администрировались централизованно, то сегодня одна система в бизнес-центре может объединять несколько логически изолированных подсистем с разными администраторами, желающими осуществлять управление независимо [1];

3) сети управления СКУД становятся из локальных глобальными, что существенным образом влияет на требования по защите информации при передаче данных;

4) развитие мобильных приложений делает актуальными ряд задач по реализации основных функций СКУД в виде облачных сервисов, доступных глобально.

Существующие технологии и инструменты предоставляют возможность неограниченного развития СКУД [2]. В данной работе рассматривается проблемы, возникающий при создании облачных СКУД большого масштаба. Облачные технологии, с одной стороны, делают процесс управления и настройки СКУД быстрым и комфортным, с другой – возникает проблема начальной идентификации всего оборудования и привязки его к логической структуре системы [3].

Достоинства облачной СКУД по сравнению с сетевой

В настоящее время применение технологий локальных сетей Ethernet является де-факто стандартом для построения СКУД. Контроллеры доступа объединяются в единую сеть, преимущественно выделенную под обеспечение систем безопасности. В этой сети присутствуют также серверы и рабочие места операторов доступа, которые могут работать автономно в режиме 24/7 [4]. Первое поколение подобных систем использовало нативное программное обеспечение (ПО), разработанное для операционных систем (ОС), устанавливаемых непосредственно на серверы и рабочие места. Для первого поколения ПО характерна трудоемкость разработки необходимость его обновления вслед за обновлениями и сменой версий ОС. Эти сложности, а также растущий запрос на применение свободного ПО с открытым кодом (linux) привели к появлению решений второго поколения сетевых СКУД на основе веб-технологий, где основные функции ПО реализованы в виде веб-сервиса, что упрощает развитие ПО, создает предпосылки для его использования на разных платформах. Второе поколение сетевых СКУД открыло возможности управлять СКУД через Интернет, однако для этого необходимо усилить защищенность каналов связи [5].

Недостатком сетевых СКУД классического типа является то, что они требуют связности контроллеров и управляющего сервера на уровне локальной сети. В больших СКУД обеспечить связность контроллеров в одну часто оказывается сложнее, чем подключить отдельные кластеры такой сети к Интернет. Кроме того, наличие сервера в каждом кластере существенно удорожает решение. Выходом из этой ситуации является создание СКУД облачного типа, где сервер переносится в дата-центр, а контроллеры доступа получают возможность непосредственной связи с дата-центром через Интернет. Это решение оказывается более гибким и экономически

эффективным, чем построение разветвленных локальных сетей. Однако важной предпосылкой для его осуществления является поддержка протоколов шифрования интернет-трафика в каждом контроллере доступа.

Достоинством облачных СКУД является простота развертывания таких систем. Технология предоставления выхода в Интернет является отработанной операцией. Наличие сервисов DHCP позволяет обеспечить автоматическую настройку всех протоколов, в результате чего для развертывания системы не требуется персонал с высокой квалификацией. Основная задача монтажника – проложить сети до коммутатора, обеспечивающего выход в Интернет, проверить доступность глобальной сети, качество кабельных соединений, после чего подключить к сети контроллеры. Связь с облаком и администрирование контроллеров обеспечивается удаленно. Перенос сервера в дата-центр упрощает решение ряда задач, таких как репликация базы данных, резервное копирование.

Основная техническая трудность при настройке облачных СКУД связана с необходимостью привязки пространственных зон доступа к контроллерам доступа в базе данных. Когда в списке оборудования в базе данных находятся десятки и сотни одинаковых контроллеров, возникает проблема их идентификации и привязки к реальным помещениям. Администратору удобно задавать правила доступа исходя из наименований помещений, в то время как исполнительным устройствам нужно указывать физические адреса контроллеров и считывателей. Связывание адресов с помещениями затрудняется тем, что администратор облачной системы, как правило, подключается к облаку из офиса и не имеет доступа к физическому оборудованию, чтобы выяснить адреса физических подключений. Подобную информацию мог бы предоставлять монтажник оборудования, однако это требует от него глубоких знаний об архитектуре системы и высокой квалификации. На практике такие требования трудно выполнить. Поэтому важной задачей для инициализации облачной СКУД является обеспечение простого алгоритма начальной привязки всех контроллеров.

Общая структура облачной системы СКУД

Разрабатываемое решение предполагает создание следующих компонентов:

- *Front-end интерфейс для администратора и пользователей системы.* При помощи этого интерфейса администратор сможет производить создание базы данных пользователей, зон доступа, правил доступа и т. д., а также в дальнейшем контролировать работу системы. Также при помощи этого интерфейса пользователи могут получать различные отчеты из базы данных доступа, такие как время входа и выхода, наличие на рабочем месте, и пр. Для создания front-end интерфейса планируется применение таких технологий, как фреймворк quasar, который основан на Vue.js.

- *СУБД – MySQL.* Основная задача, которая должна выполняться СУБД – возможность хранение информации обо всех базовых объектах СКУД – пользователях, группах пользователей, картах доступа, зонах доступа, временных расписаниях, правилах доступа. Доступ к базе данных осуществляется собственной ORM (Object-Relational Mapping) технологией, в которой модель данных описывается классами языка Python, а затем по ней генерируется схема базы данных.

- *Back-end приложения выполнен с применением фреймворка flask на языке Python [6].* Изначально для применения планировался фреймворк Django [7], но для данной системы он является слишком «тяжелым», и его применение не является целесообразным. Flask является легковесным и гибким фреймворком. Для различных задач есть возможность выбрать конкретные модели и устанавливать их по мере необходимости. У flask отсутствует собственная ORM, но возможно подключение различных библиотек, это сложнее, зато присутствует возможность создавать сложные и нетипичные запросы.

Алгоритм начальной привязки контроллеров облачной СКУД

СКУД представляет собой совокупность контроллеров доступа, к которым подключены элементы контроля доступа (считыватели, кнопки и т. п.) и исполнительные устройства (замки, турникеты и т. п.). Контроллеры связаны через Интернет с облаком. В облаке хранится база данных с заранее настроенной схемой помещений с их наименованиями, понятными операторам. Первоначальная привязка помещений к контроллерам проходит следующим образом.

- *Монтаж контроллеров и считывателей.* Автоматическое получение адресов при помощи DHCP. Подключение контроллеров в облако. Регистрация контроллеров в облаке, их появление в списке доступного оборудования. Далее администратор переводит контроллеры в специализированный режим привязки с указанием кода специальной мастер-карты.
- *Первая проверка считывателей.* При правильной работе считыватели издадут звуковой сигнал при поднесении любой карты.
- *После перевода в режим привязки контроллеры реагируют на мастер-карту специальным образом.* Через секунду после прочтения кода считывателем они производят повторную звуковую и световую индикацию, показывая монтажнику, что тракт получения кода карты контроллером исправен.
- *Получая код мастер-карты от считывателя в режиме привязки, контроллеры также направляют его на сервер в облаке.* Сервер подтверждает получение кода мастер-карты и отправляет ответ, получая который контроллер производит индикацию на считывателе в третий раз. Таким образом, осуществляется первичная диагностика исправности каналов связи по всей цепочке взаимодействия оборудования. Операция проста и не требует особой квалификации, поэтому может осуществляться монтажником на этапе начальной установки оборудования.
- *После установки и проверки всех считывателей и контроллеров открывается возможность привязки контроллеров доступа к помещениям и направлениям прохода.* Для этих целей администратор выдает монтажнику мандат на привязку группы помещений с известными номерами в известном порядке, например, {аудитория 10, вход; аудитория 11, вход; аудитория 14; выход}. Далее монтажник подносит мастер-карту к соответствующим считывателям, контроллер, получивший код мастер-карты, передает ее на сервер, а тот фиксирует привязку этого контроллера и его адреса к помещению в порядке, оговоренном в начальном мандате. На случай, когда по причине ошибки какой-то контроллер не может подтвердить привязку на сервере, может быть введена еще одна мастер-карта, которая позволит сообщать серверу необходимость сделать пропуск одного адреса при привязке, чтобы не заикливиться на проблемном месте.

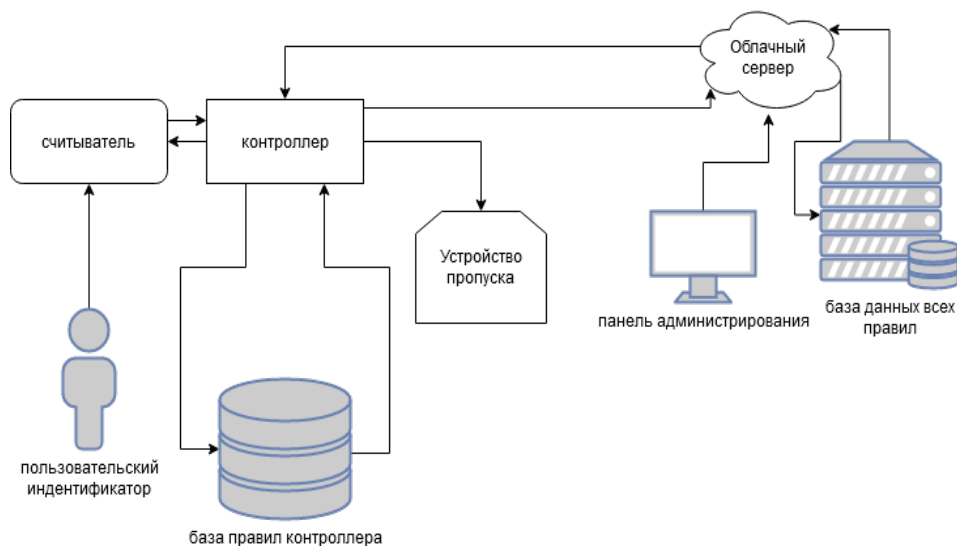


Рис. 1. Схема облачной СКУД

После осуществления привязки каждый контроллер получает от сервера свою реплику базы, в которой хранятся правила только для тех зон доступа, пользователей и т. п., которые он контролирует. Обновления реплики базы контроллера производятся только тогда, когда в основной базе произошло обновление правил, которые касаются конкретного контроллера.

Заключение

Использование облачных технологий позволит упростить создание распределенных СКУД и сократить издержки на развертывание серверов на объектах, заменив их серверами в дата-центрах.

Технология начальной привязки контроллеров к помещениям в облачной СКУД может стать простой операцией, которую легко доверить персоналу, не имеющему глубоких знаний в настройке сетей на основе протоколов TCP/IP. После первоначальной настройки администрирование системы может проводиться удаленно без необходимости посещения целевого объекта, где развернута СКУД.

Библиографический список

1. Цупрунова К. А., Калугин Д. В., Селяничев О. Л. Информационная поддержка учебного процесса на основе скуд в череповецком государственном университете // Современные информационные технологии. Теория и практика. 2016. С. 199–202.
2. Куляс М. СКУД в музее – не помешает или необходима? // Алгоритмы безопасности. 2014. № 5. С. 32–35.
3. Максимов Р. А., Рафиков А. Г. Разработка автоматической скуд повышенной безопасности на базе типового решения скуд biosmart с использованием автоматного подхода // Вопросы кибербезопасности. 2015. № 5 (13). С. 73–80.
4. Воронцов А. А., Мартышкин А. И., Маркин Е. И. Облачные технологии на примере частного облака компьютерной сети ПЕНЗГТУ как инновационные образовательные технологии. 2017. № 4. С. 539–548.
5. Владимиров Д. С. Анализ и проектирование сети для улучшения функциональности СКУД // Наука в движении: от отражения к созданию реальности. 2016. С. 223–226.
6. Flask framework. URL: <https://flask.palletsprojects.com/en/1.1.x/> (дата обращения: 15.02.2021).
7. Django framework. URL: <https://www.djangoproject.com/> (дата обращения: 15.02.2021).

УДК 62-187.2

А. Ю. Шленский

студент кафедры управления в технических системах

Д. О. Якимовский – доцент, кандидат технических наук – научный руководитель

РАЗРАБОТКА УЗЛА С ПОВОРОТНОЙ ГОЛОВКОЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНЫ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ

Поворотные головки (ПГ) предназначаются для автоматизации процессов и ускорения обработки деталей на станочном оборудовании, а также для повышения производительности и многозадачности станков с ЧПУ. ПГ получили наиболее широкое распространение в станках с числовым программным управлением. Для определения типа ПГ, который будет применяться в оборудовании, выделяют три основных критерия выбора, применяемых к ПГ, а именно количество и тип используемых инструментов, а также метод обработки деталей [1], [2].

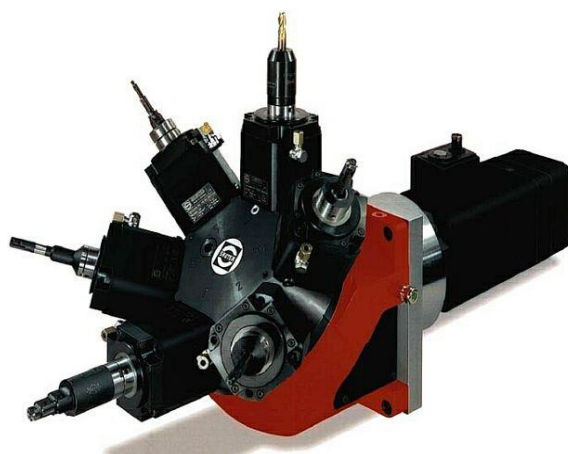


Рис. 1. Поворотная головка револьверного типа

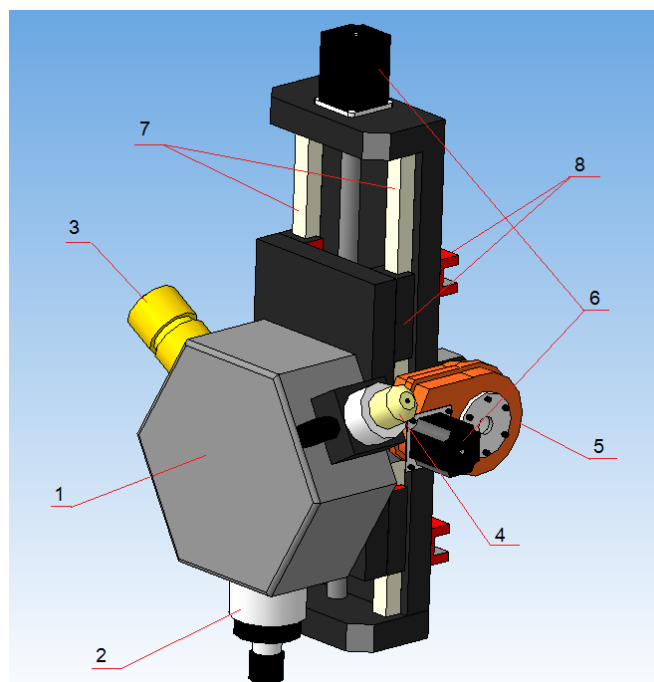


Рис. 2. Проектная схема поворотной головки: 1 – поворотная головка; 2 – фрезерный шпindelь; 3 – плазматрон; 4 – лазерный резак; 5 – привод линейного перемещения; 6 – шаговые двигатели; 7 – рельсовые направляющие; 8 – каретки рельсовых направляющих

Рассмотрев ПГ станков с ЧПУ [1]–[6], был сделан вывод, что самым распространенным вариантом является ПГ револьверного типа (рис. 1). Здесь используется несколько инструментов с одним методом обработки, в данном случае используется метод фрезерования [7]–[9]. Замена режущего инструмента осуществляется путем замены всего шпиндельного устройства. Достоинством такой ПГ является большой набор инструментов в виде фрез и их автоматическая смена без остановки оборудования. Метод фрезерования позволяет вести полноценную трехмерную обработку деталей и контролировать глубину реза. К недостаткам метода фрезерования можно отнести медленную скорость обработки твердых материалов и контактный тип обработки [10], [11]

Недостатками револьверной ПГ заключается в том, что они обладают низкой производительностью, низкой многозадачностью и способностью вести обработку материалов только методом фрезерования. Также явным недостатком является невозможность установки на 3-осевое оборудование [3].

Для повышения этих качеств предлагается спроектировать новую конструкцию ПГ с использованием трех режущих инструментов, такие как фрезерный шпиндель, лазер и плазматрон [9], [12]–[18]. Также в состав конструкции входит привод линейного перемещения [19], [20].

На рис. 2 представлена проектная схема ПГ с использованием фрезерного, лазерного и плазменного режущего инструмента.

Предложенная схема ПГ с использованием фрезерного, лазерного и плазменного режущего инструмента позволяет:

- 1) произвести внедрение узла в 3-осевой станок с ЧПУ;
- 2) повысить производительность 3-осевого оборудования;
- 3) проводить обработку деталей с одной установки;
- 4) повысить точность обрабатываемых деталей за счет одной установки заготовок;
- 5) повышение скорости и точности обработки благодаря использованию проектной схемы привода линейного перемещения с использованием редуктора и неподвижного ходового винта [19], [20];
- 6) расширить область и сферу применения 3-осевого оборудования;
- 7) производить обработку огромного большего типа материалов;
- 8) позволяет производить процесс обработки с использованием одной управляющей программы;
- 9) поочередно использовать такие режущие инструменты как плазматрон, фрезерный шпиндель и лазерный резак.

Библиографический список

1. Балла О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология. 2019. 246 с.
2. Мельников И. В. Виды многооперационных станков и станков с ЧПУ. 2016. 220 с.
3. Теверовский Л. В., Ловыгин А. А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. 2018. 235 с.
4. Аверченков А. В., Жолобов А. А. Станки с ЧПУ. Устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка. 2017. 114 с.
5. Аль-Обайди Л., Попов М. Обработка деталей на трехкоординатных фрезерных станках с ЧПУ. 2018. 312 с.
6. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. 1982. 46 с.
7. Клепиков В. В., Аверьянов О. И. Технология фрезерования изделий машиностроения. 2016. 186 с.
8. Кишуров В. М., Кишуров М. В. Нзначение рациональных режимов резания при механической обработке. 2018. 274 с.
9. Фрезерная обработка полимерных и композитных материалов. URL: <https://www.multicut.ru/articles/frezernaya-obrabotka-polimernykh-i-kompozitsionnykh-materialov/> (дата обращения: 12.02.2021).
10. Скорость вращения шпинделя и подачи фрезерно-гравировального станка с ЧПУ. URL: <https://www.multicut.ru/articles/high-speed-machining-na-stankakh-s-chpu/> (дата обращения: 17.02.2021).

11. Фрезерные и лазерные станки. Сравнение. Преимущества и недостатки. URL: <https://rezka78.ru/articles/sravnenie-frezernyh-i-lazernyh-stankov.html> (дата обращения: 28.02.2021).
12. *Сергеев Н. Н., Минаев И. В.* Особенности лазерной и газопламенной обработки конструкционных сталей. 2020. 122 с.
13. *Протопопов А. А., Павеле Л. А.* Получение заготовок автоматизированной термической резкой. 2019. 87 с.
14. *Агаев Э. И., Вейко В. П., Горный С. Г.* Лазерная обработка конструкционных материалов. 2015. 194 с.
15. *Гольшиев А. А.* Сравнительное исследование энергетики лазерной резки стали волоконным и СО2 лазером. 2018. 132 с.
16. *Перевертов В. П., Андрончев И. К., Абдулкасимов М. М.* Технологии обработки материалов концентрированным потоком энергии. 2015. 67 с.
17. *Залюкина Л. А., Баннов В. Я.* Виды и параметры процесса лазерной резки. 2016. 18 с.
18. Как устроен станок плазменной резки с ЧПУ. URL: <https://www.plazmakroy.ru/blog/kak> (дата обращения: 24.02.2021).
19. *Шленский А. Ю., Якимовский Д. О.* Привод линейного перемещения // Завалишинские чтения: сб. статей. СПб.: ГУАП, 2020.
20. *Шленский А. Ю., Якимовский Д. О.* Усовершенствование характеристик линейного перемещения // Завалишинские чтения: сб. статей. СПб.: ГУАП, 2021.
21. *Аль-Обайди Л., Попов М.* Обработка деталей на трехкоординатных фрезерных станках с ЧПУ. 2018. 88 с.
22. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. 1982. 46 с.

УДК 62-187.2

А. Ю. Шленский

студент кафедры управления в технических системах

Д. О. Якимовский – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Приводы линейного перемещения (ПЛП) предназначены для координатного позиционирования отдельных узлов и агрегатов оборудования. ПЛП получили наиболее широкое распространение в гидравлическом оборудовании и в станках с числовым программным управлением. Для того чтобы определить тип привода линейного перемещения, который будет использоваться в оборудовании, выделяют два основных критерия выбора, применяемых к ПЛП, а именно точность координатного позиционирования и скорость перемещения, которую он может обеспечить. Под точностью координатного позиционирования будем понимать минимальную величину перемещения, которую может обеспечить привод линейного перемещения.

Современные промышленные технологии постоянно повышают требования к точности координатного позиционирования и скорости перемещения приводов линейного перемещения, поэтому задача повышения точности и повышения скорости перемещения является главной.

Рассмотрев ПЛП станков с числовым программным управлением [1]–[7], был сделан вывод, что ПЛП делятся на две категории: быстрые, но с низкой точностью и медленные, но с высокой точностью.

На рис. 1 представлена первая категория ПЛП, где в качестве главной пары использует зубчатую рейку и зубчатое колесо. ПЛП с использованием такой главной пары используется в станках с большим рабочим полем и позволяет обеспечить одинаковую скорость как при малой, так и при большой длине зубчатой рейки без увеличения вибраций. Скорость линейного перемещения может достигать 45 м в минуту, однако главным недостатком ПЛП с такой главной парой является низкая точность координатного позиционирования в пределах от 25 до 70 микрон [1], [3], [8].



Рис. 1. ГПП Зубчатая рейка и зубчатое колесо



Рис. 2. ГПП шарико-винтовая пара

Также в станкостроении для преобразования вращательного движения в поступательное используется шарико-винтовая пара. На рис. 2 представлена вторая категория ПЛП, где в качестве главной пары используется шарико-винтовая пара.

Результаты анализа показали, что наибольшую точность позиционирования в пределах от 10 до 25 микрон обеспечивают станки, имеющие на своем борту шарико-винтовую передачу, однако имеют низкие скоростные показатели. Они обеспечивают максимальную скорость перемещения до 3000 мм/минуту при использовании шаговых двигателей. Это обусловлено тем, что при больших оборотах длинного ходового винта появляются сильные вибрации и биения. Допустимые обороты ходового винта указаны в технической документации на ШВП [9].

На рис. 3 представлена кинематическая схема привода линейного перемещения на базе шарико-винтовой пары.

Крутящий момент передается непосредственно на ходовой винт. При вращении ходового винта происходит перемещение гайки шарико-винтовой пары вдоль ходового винта. Гайка ШВП имеет жесткое соединение с портала ЧПУ станка и сохраняет радиальное статичное положение во время движения портала.

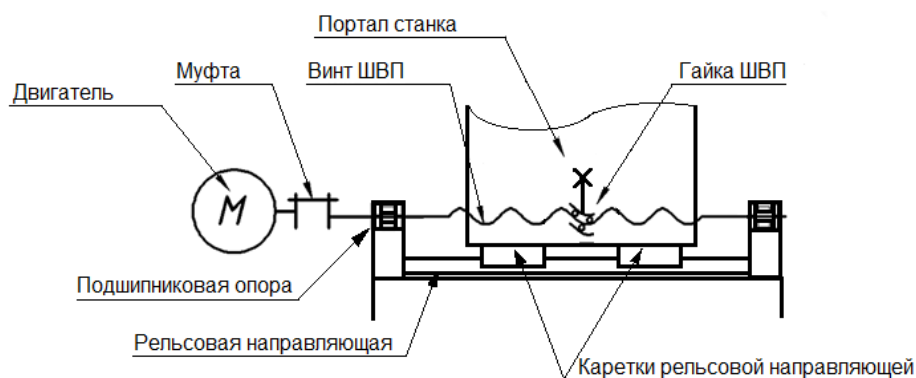


Рис. 3. Кинематическая схема привода линейного перемещения

Так как данная компоновка с использованием ШВП не позволяет получить скорость перемещения более 3000 мм/мин и дискретности меньшей 0,025 мм на 1 угловой шаг двигателя не представляется возможным, предлагается внести изменения в конструкцию ПЛП.

Для решения проблемы по увеличению скорости линейного перемещения предлагается использовать ранее спроектированную конструкцию привода [10] с неподвижным ходовым винтом и произвести замену шагового двигателя на шаговый двигатель с большей частотой оборотов. Шаговый двигатель выбран в соответствии с документацией [11].

Для увеличения точности координатного позиционирования разработать и внедрить понижающий редуктор [12]–[14], [5], [16]–[20] и в качестве главной пары использовать роliko-винтовую пару, представленную на рис. 4 [21].

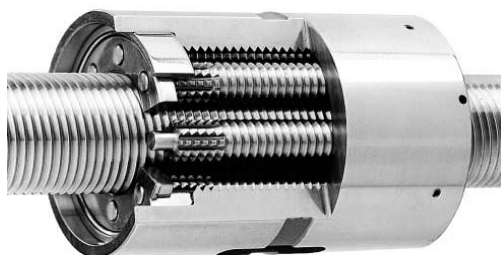


Рис. 4. Роliko-винтовая пара

На рис. 5 представлена проектная кинематическая схема привода линейного перемещения после изменения конструкции:

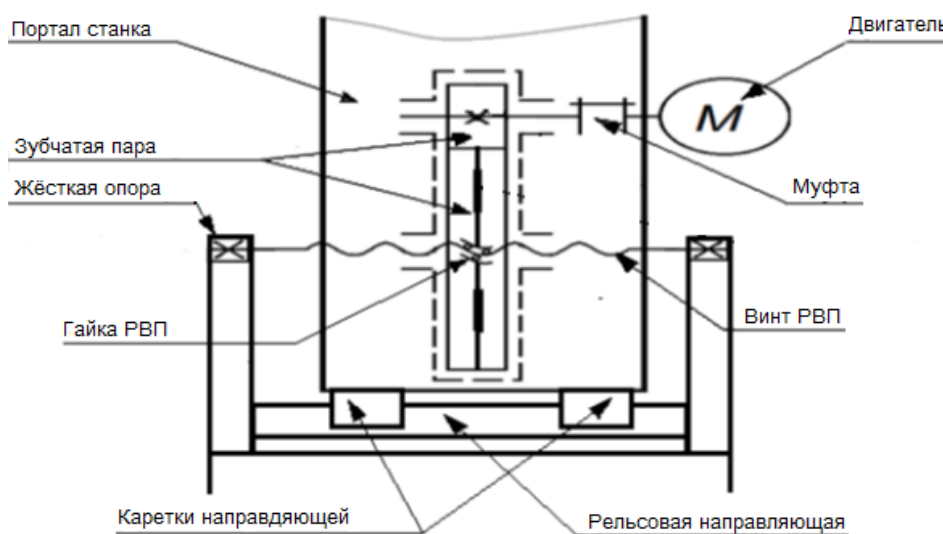


Рис. 5. Проектная кинематическая схема привода с «неподвижным ходовым винтом»

Данная компоновка с использованием понижающего редуктора и роliko-винтовой пары позволяет получить точность координатного позиционирования 0,005 мм на один шаг шагового двигателя, скорость линейного перемещения равна 10 000 мм/мин.

На рис. 6 изображена схема ПЛП.

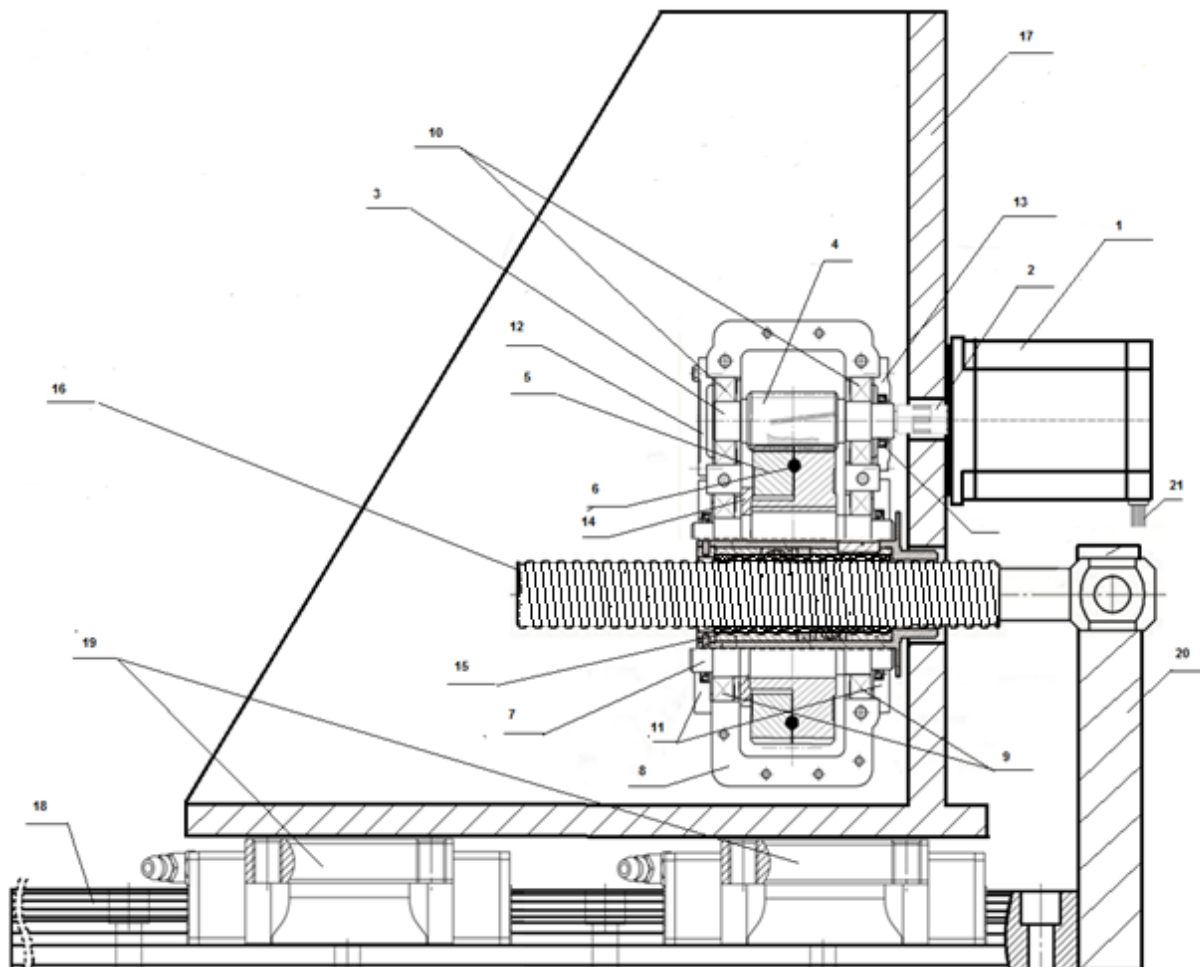


Рис. 6. Проектный чертеж ПЛП: 1 – шаговый двигатель; 2 – жесткая муфта; 3 – быстроходный вал редуктора; 4 – шестерня быстроходного вала; 5 – разрезное зубчатое колесо; 6 – люфтовывбирающее устройство; 7 – тихоходный вал; 8 – корпус редуктора; 9 – радиально-упорные подшипники; 10 – радиальные подшипники; 11 – крышки подшипников тихоходного вала; 12 – крышка подшипника быстроходного вала; 13 – крышка быстроходного вала; 14 – упорное кольцо; 15 – гайка РВП; 16 – винт РВП; 17 – рама портала; 18 – рельсовая направляющая; 19 – каретки; 20 – жесткие опоры ходового винта; 21 – кабель питания и управления шаговым двигателем

Библиографический список

1. Электрические линейные приводы и мехатроника. URL: https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/652003/Electric_automation_RU.pdf (дата обращения: 04.03.2021).
2. Серков Н. А. Точность многокоординатных машин с ЧПУ: Теоретические и экспериментальные основы. М.: ЛЕНАНД. 2015. 248 с.
3. Обзор продукции Системы линейных перемещений. URL: <https://www.promsnab.info/catalogs/bosch/product%20overview%20rus.pdf> (дата обращения: 04.03.2021).
4. Технология линейных перемещений. URL: <http://www.motion-products.ru/upload/iblock/e49/e498bfc1fb259dd6f80e3f670c13d151.pdf> (дата обращения: 04.03.2021).
5. Каталог. ЧПУ станки BEAVER. URL: https://www.stanki.ru/catalog/frezernye_stanki_s_chpu/?utm_campaign=CHPU_Frezernye_Stanki_i_Skanery&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_term=%2Bчпу%20%2Bbeaver&utm_content=Ads_2&gclid=EAlaIqobChMI8c6-oeak7gIVD9GyCh217w81EAA YASAAEgJ3oPD_BwE (дата обращения: 04.03.2021).

6. Каталог. ЧПУ станки LIGA. URL: https://stanki.promoil.com/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=stanki-s-chpu-v-nalichii--poisk--rf_%7C12063515194&utm_content=k50id_%7Ckwd-295901099002_%7Ccid_%7C12063515194_%7Caid_%7C491049493650_%7Cgid_%7C116610021775_%7Cpos_%7C_%7Csrc_%7Cg_%7Cdvс_%7Cс_%7Creg_%7C9051422_%7Crin_%7C9051394_%7C&utm_term=станок_%20чпу_%20по_%20металлу&k50id=116610021775_%7Ckwd-295901099002&gclid=EAlalQobChMI67eooOek7glVn0eRBR3UFwQnEAAAYAiAAEgJ7Y_D_BwE (дата обращения: 04.03.2021).

7. Каталог. ЧПУ станки CNC-step. URL: https://protechnolog.ru/oborudovanie/metallorazhuwee/frezernoe-oborudovanie/?keyword=фрезерный_%20станок_%20с_%20чпу&matchtype=b&utm_content=403978183612&device=c&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=_Sankt-Peterburg_i_Leningradskaa_oblast_&gclid=EAlalQobChMIqJDYquik7glVjrWyCh0tsgfBEAAAYAiAAEgKMsvD_BwE (дата обращения: 04.03.2021).

8. Шленский А. Ю., Якимовский Д. О. Привод линейного перемещения // Завалишинские чтения: сб. статей. СПб.: ГУАП, 2020. 7 с.

9. Технический справочник зубчатых передач CNC technology. 2016. 47 с.

10. Технический справочник шарико-винтовых передач HIWIN. 2018. 38 с.

11. Технический справочник шаговых двигателей Stepper motors EMMS-ST. 2018. 24 с.

12. Особенности конструкции редукторов. URL: <https://reductor58.ru/library/vybor-i-raschet-motor-reduktora> (дата обращения: 20.02.2021).

13. Выбор и расчет мотор-редуктора. URL: <https://reductor58.ru/library/vybor-i-raschet-motor-reduktora> (дата обращения: 25.02.2021).

14. Роль передаточного числа в современных редукторах редукторах. URL: <https://reductor58.ru/library/rol-peredatochnogo-chisla-v-sovremennykh-reduktorakh> (дата обращения: 17.02.2021).

15. Что такое вал редуктора. URL: <https://reductor58.ru/library/chto-takoe-val-reduktora> (дата обращения: 23.02.2021).

16. Конструирование корпуса редуктора. URL: <https://reductor58.ru/library/konstruirovanie-korpusa-reduktora> (дата обращения: 15.02.2021).

17. Особенности конструкции редукторов. URL: <https://reductor58.ru/library/osobennosti-konstruktsii-reduktorov> (дата обращения: 20.01.2021).

18. Редукторы в металлургии. URL: <https://reductor58.ru/library/reduktory-v-metallyrgii> (дата обращения: 25.02.2021).

19. Электропривод с шаговым двигателем. URL: <http://bestreferat.ru/files/32/bestreferat-408532/dох> (дата обращения: 21.01.2021).

20. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1, 6-е изд. М., 1982.

21. Технический справочник ролик-винтовых передач SKF. 2019. 25 с.

УДК 62-187.2

А. Ю. Шленский

студент кафедры управления в технических системах

Д. О. Якимовский – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОВОРОТНОЙ ГОЛОВКИ

В современной промышленности для раскроя и обработки материалов выделяют три основных типа станков с ЧПУ (числовое программное управление), которые оснащены такими инструментами как фрезерный шпиндель, лазерная головка и устройство плазменной резки. Каждый станок, оснащенный тем или иным оборудованием, имеет как преимущества, так и недостатки перед другими станками с ЧПУ [1], [2].

Рассмотрев трех координатные станки с ЧПУ средней и низкой ценовой категории в пределах от 500 тыс. рублей до 2 млн, был сделан вывод, что все они обладают низкой производительностью ввиду того, что на борту станка имеется только один тип режущего инструмента [3]–[5].

Каждый из представленных инструментов обладает определенными параметрами обработки материала, которые представлены в табл. 1 [6]–[18].

Таблица 1

Параметры режущих инструментов

Параметр	Тип режущего инструмента		
	Фрезерный шпиндель	Плазматрон	Лазерный резак
3D-обработка	+	–	–
Скорость реза	Низкая	Очень быстрая	Быстрая
Точность реза	0,005–0,05	$\pm 0,1 - \pm 0,5$	$\pm 0,05$
Конусность	0°	$3-10^\circ$	$0-1^\circ$
Глубина реза	Ограничена длиной фрезы	100 мм	40–80 мм

Выделим основные недостатки экономической эффективности 3-осевых станков ЧПУ с одним типом режущего инструмента на примере цикла изготовления произвольной детали сложной формы. Ниже представлен цикл обработки детали [19]–[21].

Обработка плазменным резаком (грубая)

1. Написание управляющей программы
2. Установка детали и поиск нулевой точки
3. Обработка
4. Снятие детали

Фрезерная обработка (чистовая 3D)

5. Написание управляющей программы
6. Установка детали и поиск нулевой точки
7. Обработка
8. Снятие детали

Лазерная обработка (чистовая, маркировка, гравировка)

9. Написание управляющей программы
10. Установка детали и поиск нулевой точки
11. Обработка
12. Снятие детали
13. Конец цикла

Проанализировав цикл производства детали, было выявлено, что весь цикл работ выполняется последовательно на трех разных станках с ЧПУ, что экономически невыгодно с точки зрения окупаемости оборудования и временных затрат на производство продукции. В процессе производства присутствуют лишние переустановки детали и поиски нулевой точки.

Для снижения экономических и временных затрат предлагается внедрить спроектированную поворотную головку (ПГ) с использованием фрезерного, лазерного и плазменного режущего инструмента в 3-осевой станок с ЧПУ. Данная ПГ предназначена для автоматизации процессов и ускорения обработки деталей на трех координатном оборудовании, а также для повышения производительности и многозадачности станков с ЧПУ. На рис. 1 представлена проектная схема ПГ с использованием фрезерного, лазерного и плазменного режущего инструмента [22]–[26].

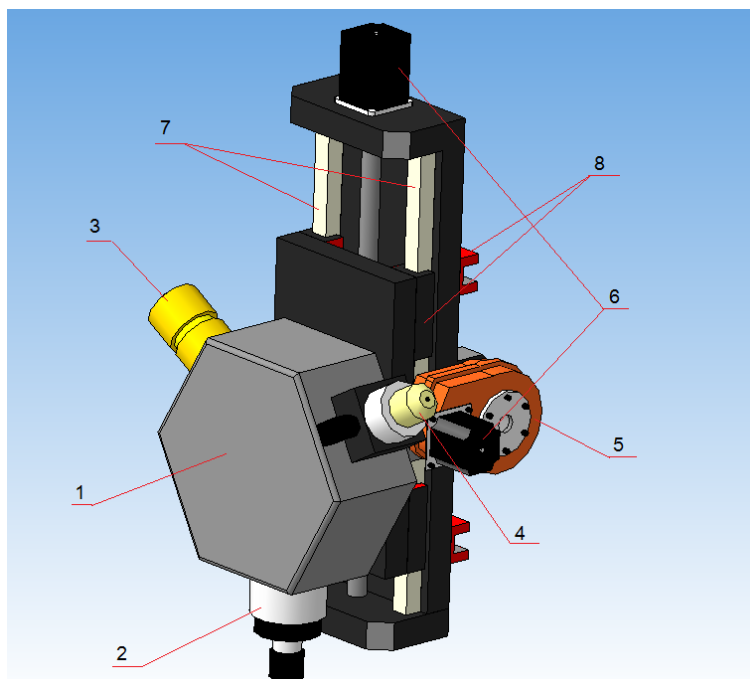


Рис. 1. Проектная схема поворотной головки: 1 – поворотная головка; 2 – фрезерный шпиндель; 3 – плазматрон; 4 – лазерный резак; 5 – привод линейного перемещения; 6 – шаговые двигатели; 7 – рельсовые направляющие; 8 – каретки рельсовых направляющих

Предложенная схема ПГ с использованием фрезерного, лазерного и плазменного режущего инструмента позволяет сократить количество производимых операций и времени на производства продукции, а также сократить количество оборудования от трех станков до одного. Обработка детали от начала и до конца производится с одной установки. Ниже представлен цикл операций для производства произвольной детали сложной формы при помощи внедренной ПГ.

Цикл операций

1. Написание управляющей программы
2. Установка детали и поиск нулевой точки
3. Плазменная резка (Грубая обработка)
4. Фрезерная обработка (чистовая 3D)
5. Лазерная обработка (чистовая, гравировка, маркировка)
6. Снятие детали

Библиографический список

1. Теверовский Л. В., Ловыгин А. А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. 2018. 273 с.
2. Балла О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология. 2019. 182 с.
3. Каталог. ЧПУ станки BEAVER. URL: https://www.stanki.ru/catalog/frezernye_stanki_s_chpu/?utm_campaign=CHPU_Frezernye_Stanki_i_Skanery&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_term=%2Bчпу%20%2Bbeaver&utm_content=Ads_2&gclid=EAlaIQobChMI8c6-oeak7gIVD9GyCh217w81EAA YASAAEgJ3oPD_BwE (дата обращения: 02.03.2021).

4. Каталог. ЧПУ станки LIGA. URL: https://stanki.promoil.com/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=stanki-s-chpu-v-nalichii--poisk--rf%7C12063515194&utm_content=k50id%7Ckwd-295901099002%7Ccid%7C12063515194%7Caid%7C491049493650%7Cgid%7C116610021775%7Cpos%7C%7Csrc%7Cg_%7Cdvc%7Csc%7Creg%7C9051422%7Crin%7C9051394%7C&utm_term=станок%20чпу%20по%20металлу&k50id=116610021775%7Ckwd-295901099002&gclid=EAlaIQobChMI67eooOek7glVn0eRBR3UFWqEAAAYAiAAEgJ7Y_D_BwE (дата обращения: 02.03.2021).
5. Каталог. ЧПУ станки CNC-step. URL: https://protechnolog.ru/oborudovanie/metallorazhuwee/frezernoe-oborudovanie/?keyword=фрезерный%20станок%20с%20чпу&matchtype=b&utm_content=403978183612&device=c&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=_Sankt-Peterburg_i_Leningradskaa_oblast_&gclid=EAlaIQobChMIqJDYquik7glVjrWyCh0tsqfBEAAAYAiAAEgKMsvD_BwE (дата обращения: 02.03.2021).
6. *Аверченков А. В., Жолобов А. А.* Станки с ЧПУ. Устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка. 2017. 154 с.
7. *Балла О. М.* Инструментообеспечение современных станков с ЧПУ. 2016. 244 с.
8. *Аверьянов О. И., Клепиков В. В.* Технология фрезерования изделий машиностроения. 2016. 186 с.
9. *Кишууров В. М., Кишууров М. В.* Назначение рациональных режимов резания при механической обработке. 2018. 274 с.
10. Фрезерная обработка полимерных и композитных материалов. URL: <https://www.multicut.ru/articles/frezernaya-obrabotka-polimernykh-i-kompozitsionnykh-materialov/2019> (дата обращения: 11.03.2021).
11. *Сергеев Н. Н., Минаев И. В.* Особенности лазерной и газопламенной обработки конструкционных сталей. 2020. 148 с.
12. *Протопопов А. А., Павеле Л. А.* Получение заготовок автоматизированной термической резкой. 2019. 152 с.
13. *Агаев Э. И., Вейко В. П., Горный С. Г.* Лазерная обработка конструкционных материалов. 2015. 14 с.
14. *Гольшев А. А.* Сравнительное исследование энергетики лазерной резки стали волоконным и СО2 лазером. 2016. 34 с.
15. *Перевертов В. П., Андрончев И. К., Абдулкасимов М. М.* Технологии обработки материалов концентрированным потоком энергии. 2015. 4 с.
16. *Залюкина Л. А., Баннов В. Я.* Виды и параметры процесса лазерной резки. 2016. 6 с.
17. Фрезерные и лазерные станки. Сравнение. Преимущества и недостатки. URL: <https://rezka78.ru/articls/sravnenie-frezernyh-i-lazernyh-stankov/2019> (дата обращения: 11.03.2021).
18. Как устроен станок плазменной резки с ЧПУ. URL: <https://www.plazmakroy.ru/blog/kak-ustroen-standok-plazmennoj-rezki-s-chpu> 2017 (дата обращения: 08.04.2017).
19. *Аль-Обайди Л., Попов М.* Обработка деталей на трехкоординатных фрезерных станках с ЧПУ. 2018. 312 с.
20. Высокоскоростная обработка на станках с ЧПУ. URL: <https://www.multicut.ru/articles/high-speed-machining-na-stankakh-s-chpu> (дата обращения: 12.01.2017).
21. Скорость вращения шпинделя и подачи станка с ЧПУ. URL: <https://www.multicut.ru/articles/high-speed-machining-na-stankakh-s-chpu/> 2018 (дата обращения: 16.04.2016).
22. *Шленский А. Ю., Якимовский Д. О.* Привод линейного перемещения // Завалишинские чтения: сб. статей. СПб.: ГУАП, 2020. 7 с.
23. *Шленский А. Ю., Якимовский Д. О.* Усовершенствование характеристик линейного перемещения // Завалишинские чтения: сб. статей. СПб.: ГУАП, 2021. 5 с.
24. *Шленский А. Ю., Якимовский Д. О.* Разработка узла с поворотной головкой для автоматической смены режущего инструмента для станка с ЧПУ // Завалишинские чтения: сб. статей. СПб.: ГУАП, 2021. 4 с.
25. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1, 6-е изд. 1982.
26. *Зимляков В. М., Курочкин А. А.* Основы расчета и конструирование машин и аппаратов. 2016. 17 с.

УДК 658.5.012.2

А. С. Щедрова

магистрант кафедры программно-целевого управления в приборостроении

Г. С. Армашова-Тельник – кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ (ERP):
ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА СИСТЕМЫ**

В статье рассматриваются теоретические, практические и исторические аспекты развития систем управления ресурсами предприятия. Проанализированы причины внедрения и выделены положительные эффекты от внедрения ERP-системы, а также представлены данные проведенного опроса о недостатках системы непосредственно в электроэнергетической отрасли.

Планирование ресурсов предприятия (ERP) – это интегрированное управление основными бизнес-процессами, часто в режиме реального времени и опосредованное программным обеспечением и технологиями.

ERP называют категорией программного обеспечения для управления бизнесом. Обычно это набор интегрированных приложений, которые организация может использовать для сбора, хранения, управления и интерпретации данных из многих видов деятельности.

Корни ERP начинаются с планирования материальных потребностей (MRP), системы расчета материалов и компонентов, необходимых для производства продукта, которая была разработана инженером IBM Джозефом Орлицки в 1964 г. К 1970-м гг. программное обеспечение MRP стало опорой производителей.

В 1983 г. эксперт по менеджменту Оливер Уайт разработал MRP II, который расширил MRP на другие виды ресурсов, включая финансовые, и добавил поддержку для планирования производственных мощностей, управления затратами, контроля цехов и планирования продаж и операций, среди прочего.

За три десятилетия существования ERP претерпел сейсмические изменения в своей технической основе, которые привели к экспоненциальному росту. ERP сегодня является обязательным программным обеспечением для большинства предприятий.

Есть несколько отличительных черт, которые выделяют ERP – систему от коллекций более узконаправленных бизнес-программ. Одна из таких черт – это интеграция между модулями, которая позволяет их пользователям взаимодействовать. Например, заказ на продажу, который был создан в модуле CRM, будет использоваться вместе с производственным модулем, соответственно, производственный отдел будет иметь данные о том, какой продукт необходимо изготовить. Данные в модуле управления запасами изменяются, когда продукт отгружается, а также когда заказчик платит, модуль учета запишет полученную прибыль.

Большинство ERP-систем управляют определенными основными бизнес-процессами – либо в выделенных модулях, либо в подфункциях других модулей, которые являются общими для всех видов бизнеса. Модуль ERP-финансы – это единственный модуль, который есть в каждом продукте ERP, так как каждая компания нуждается в способности обрабатывать финансовые транзакции и учитывать их [1]. Он автоматизирует базовый бухгалтерский учет, выставление счетов, финансовую аналитику, прогнозирование и отчетность.

Центральная база данных – еще одна из отличительных особенностей программного обеспечения ERP. В ней модули записывают различные действия и другую информацию, что позволяет потом получить доступ к этим данным и совместно использовать их. Наличие этой функции избавляет пользователей от необходимости вводить информацию несколько раз, что в свою очередь повышает точность данных, уменьшает вероятность ошибки, облегчает заполнение отчетов, а также обеспечивает сотрудничество между подразделениями.

Согласно результатам исследования независимой консалтинговой компании Panorama Consulting Solutions среди основных причин внедрения ERP в 2019 г. выделили необходимость повышения эффективности бизнес-процессов – 15 %. Далее, уступая лишь 2 %, следуют желание обеспечить перспективы роста и стремление уменьшить оборотный капитал. Такой же 13 % показатель приходится на предприятия, внедряющие ERP с целью повышения качества обслуживания клиентов.

12 % для облегчения работы сотрудников, 9 % указали в качестве причины замену старой учетной системы, 8 % – удовлетворение требований руководства компании и акционеров [2].

Главные преимущества ERP-систем связаны с информационным обменом и стандартизацией. Упрощение в управлении межведомственными бизнес-процессами достигается за счет того, что модули ERP легче обмениваются данными, что нельзя сказать о несвязанных и обособленных системах. Они также могут позволить лучше понять данные, генерируемые в ежедневных транзакциях или поступающие в ERP-системы из новых технологий.

Предприятия обычно обращаются к ERP-системе, когда они перерастают электронные таблицы и изолированные приложения и нуждаются в объединяющих возможностях ERP-системы для обеспечения роста.

Сам размер, взаимосвязанность и сложность ERP – это одновременно и преимущество, и недостаток. Когда ERP работает хорошо и тесно связан с методами ведения бизнеса организации, все процессы проходят гладко и открывают новые возможности, но когда развертывание задерживается или система неожиданно выходит из строя, ERP может привести бизнес к остановке и заставить пользователей искать ручные альтернативы, а старая ERP-система с не интуитивными экранами и плохо продуманными рабочими процессами может затянуть бизнес, угрожая самому его существованию. И самым большим недостатком ERP, который часто приводит к судебным искам, является значительный риск и стоимость неудачного или сильно задержанного внедрения [3].

Тем не менее преимущества ERP обычно перевешивают недостатки. Среди основных моментов можно выделить следующие:

- за счет оптимизации процессов ERP-система может сэкономить бизнесу деньги в долгосрочной перспективе;
- позволяет лучше видеть важнейшие части бизнеса, такие как продажи, оборотный капитал и запасы;
- облегчает отчетность и планирование за счет улучшения данных и аналитики;
- обеспечивает лучшее соответствие требованиям и безопасность за счет тонкого контроля прав пользователей и стандартизированных рабочих процессов.

Из недостатков можно выделить, то, что ERP слишком сложна и негибка для электроэнергетики. У шведской компании IFS, разработчика программного обеспечения для управления ресурсами предприятия – ERP Applications, вышло исследование, в котором идет речь об этом. Новое исследование, проведенное IFS и POWERmagazine, показывает, что действительно есть вещи, которые поставщики ERP могут предпринять, чтобы сделать их продукты менее сложными и более простыми в использовании.

Сложность, препятствующая удобству использования, является проблемой для руководителей электроэнергетики, поскольку она снижает эффективность и производительность менеджеров и других сотрудников, использующих программное обеспечение. Отсутствие гибкости вызывает беспокойство, поскольку по мере создания новых активов, добавления новых бизнес-моделей или приобретения программного обеспечения оно не может соответствовать новым и различным бизнес-требованиям.

Читатели журнала POWERmagazine, участвовавшие в исследовании, сообщили о значительных проблемах с удобством в использовании своего корпоративного программного обеспечения (рис.1). Менее 16 % респондентов охарактеризовали свое корпоративное программное обеспечение как очень простое в использовании. Между тем 48 % респондентов заявили, что существуют конкретные задачи, выполняемые в рамках их корпоративного программного обеспечения, которые они считают расточителями времени [3].

Респонденты указали, что наиболее полезные улучшения в способности продукта быть понимаемым будут включать встроенные функции поиска, которые помогут им не только найти конкретные данные, но и найти правильный экран в приложении для выполнения конкретных функций.

В электроэнергетическом секторе мощные встроенные функции поиска могут быть даже более важными, чем для рынка в целом. Поскольку число квалифицированных и подготовленных менеджеров и технических специалистов сокращается из-за старения рабочей силы, меньше людей будет доступно для выполнения работы, ранее выполнявшейся большим числом людей. Это означает, что

инженер и техник каждого менеджера должны иметь возможность легко и интуитивно ориентироваться в большом количестве приложений, охватывающих более конкретные роли и более широкий спектр функциональных возможностей [4].



Рис. 1. Удобство в использовании корпоративного программного обеспечения (по данным: IFS)

Точно так же, как мощная функция поиска позволяет находить разнообразную информацию в почти бесконечном море данных в общедоступном Интернете, мощная функция поиска позволит находить функциональность в обширных пространствах корпоративного приложения. Это позволяет энергетическим руководителям и менеджерам выполнять множество функций, не тратя чрезмерное количество времени на изучение различных частей корпоративного программного обеспечения.

Корпоративное программное обеспечение также может, по мнению участников исследования, привнести определенную степень жесткости в бизнес-процессы, не позволяя компании или организации вносить изменения так быстро, как ей хотелось бы. Ситуация настолько драматична, что почти четверть респондентов сравнили влияние ERP на их бизнес с «погружением в бетон».

Участники исследования назвали несколько способов, которыми их поставщик программного обеспечения мог бы помочь им повысить гибкость предприятия. Респондентов спрашивали двумя разными способами о наиболее важной вещи, которую их поставщик корпоративного программного обеспечения может сделать для повышения гибкости предприятия. В обоих случаях ответы были в основном одинаковыми. Наиболее распространенным ответом было то, что поставщики программного обеспечения должны легко изменить способ настройки программного обеспечения без дополнительных затрат консультантов и системных интеграторов [5]. Другие важные шаги, которые должны предпринять поставщики, по мнению респондентов, включают в себя простые вещи, такие как прослушивание и изучение бизнес-потребностей клиентов. Дизайн продукта также вызывает озабоченность: более 32 % заявили, что программное обеспечение должно быть разработано для быстрого, легкого внедрения и реконфигурации.

Без сомнений, можно утверждать, что в скором времени систему управления любого предприятия, независимо от масштаба, нельзя будет представить без ERP-системы. Уже сейчас отмечается оправданность внедрения ERP-системы с точки зрения повышения эффективности менеджмента компаний [6]. Однако не стоит забывать, для кого изначально были созданы данные системы, и, как следствие, каким требованиям бизнеса они отвечают. Затруднительно дать точный ответ, на каком

этапе развития компании следует внедрять ERP-систему. Некоторым компаниям независимо от их деятельности и масштаба подобные системы могут никогда не потребоваться.

Библиографический список

1. Савенкова Е. А., Горбунова О. Н. Особенности выбора ерр-системы для предприятия // Социально-экономические явления и процессы. 2018. № 1. С. 117–121.
2. Армашова-Тельник Г. С., Щедрова А. С. ERP-система на предприятиях электроэнергетики как инновационный инструмент повышения эффективности управления ресурсами // Матрица научного познания. 2020. № 10-2. С. 41–52.
3. Масберг Г. В. Системы управления предприятием ERP, их назначение и преимущества внедрения 2020. URL: <https://turbosolution.ru/sovremennye-erp> (дата обращения: 21.12.2020).
4. Гайфуллина М. М., Ильясова А. Г. Модель механизма управления человеческими ресурсами на предприятии // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 7. С. 190–193.
5. Карта российского рынка информационных технологий. 2020. TAdviser.URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 05.01.2021).
6. Дунаев П. В. Корпоративные информационные системы и проблемы их внедрения на предприятии // StudNet. 2020. № 9. С. 494–500.

УДК 004.056

А. Д. Юницкая

студентка кафедры технологий защиты информации

С. Г. Фомичева – профессор, кандидат технических наук – научный руководитель

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИИ

Стеганография – это междисциплинарная наука о тайной передаче скрытых данных. Скрываемые данные обычно называют стегосообщением, они находятся в стеганоконтейнере. Контейнеры подразделяются на контейнер-оригинал («Пустой») и контейнер-результат («Заполненный»). При этом для определения порядка занесения сообщения в контейнер необходим ключ.

В настоящее время стеганосистемы используются для решения следующих задач:

Защита информации от несанкционированного доступа

Стеганография позволяет предотвратить возможность доступа злоумышленника к данным конфиденциального характера.

Обход систем мониторинга и управления сетевыми ресурсами

Благодаря методам стеганографии становится возможным предотвращение контроля над прохождением информации через серверы управления вычислительных сетей.

Камуфлирования программного обеспечения

В случаях нежелательного использования программного обеспечения (далее – ПО) оно может быть замаскировано под стандартные универсальные программные продукты или скрыто в файлах мультимедиа.

Защита авторского права на некоторые виды интеллектуальной собственности

Данное направление призвано обеспечить защиту интеллектуальной собственности.

Методы компьютерной стеганографии развиваются по двум основным направлениям (табл. 1):

- 1) методы, основанные на использовании специальных свойств компьютерных форматов; специальные свойства выбираются с учетом защиты скрываемого сообщения;
- 2) методы, основанные на избыточности аудио и визуальной информации [1].

Для скрытия данных используются младшие разряды цифровых отсчетов. Так как они практически не содержат полезной информации, их заполнение мало влияет на качество восприятия. Соответственно, появляется возможность скрытия конфиденциальной информации.

Стоит подчеркнуть, что методы из первой группы, привлекательные простотой использования, имеют крайне малый уровень производительности и обеспечивают низкую степень скрытности. В связи с чем, их использование возможно лишь для передачи небольших объемов информации, чего нельзя сказать про вторую группу методов. Благодаря возможности скрытной передачи большого объема информации, методы, основанные на избыточности аудио и визуальной информации, могут использоваться, в том числе в области защиты авторского права.

По способу встраивания информации стегоалгоритмы можно разделить на линейные (аддитивные), нелинейные и прочие. Аддитивное внедрение информации происходит посредством линейной модификации исходного изображения, а ее извлечение в декодере производится корреляционными методами. В нелинейных методах встраивания информации используется скалярное либо векторное квантование [3].

Один из наиболее распространенных на сегодня методов скрытия конфиденциальной информации в частотной области изображения заключается в относительной замене величин коэффициентов дискретно-косинусного преобразования (далее – ДКП), который в свое время описали Кох и Жао.

Суть алгоритма состоит в том, чтобы встроить скрываемое сообщение в документ, цифровая версия которого представлена в форматах изображений или видеопотоков (.pdf, .png, .jpeg, .mpeg и др.). При этом изображение квантуется целиком и встраиваемый в него ЦВЗ распределится по всему изображению. Сначала производится дискретно-косинусное преобразование, после чего изображение делится на блоки размерностью 8×8 пикселей с последующим квантованием.

Сравнительный анализ методов стеганографии [2]

Методы	Недостатки	Преимущества
<i>Методы использования специальных свойств компьютерных форматов данных</i>		
Методы использования резервированных для расширения полей компьютерных форматов данных	1. Низкая степень скрытности. 2. Передача небольших объемов информации	Простота использования
Методы выбора определенных позиций букв (нулевой шифр)	1. Слабая производительность. 2. Передача небольших объемов информации. 3. Низкая степень скрытности	1. Простота использования. 2. Существование ПО для реализации
Методы использования известного смещения слов, предложений, абзацев		
Методы использования специальных свойств полей форматов, не отображаемых на экране		
Методы скрытия в неиспользуемых местах гибких дисков		
Методы использования имитирующих функций (mimic-function)		
Методы удаления идентифицирующего файла заголовка	Проблема сокрытия решается частично	Простота реализации
<i>Методы использования избыточности аудио и визуальной информации</i>		
Методы использования избыточности цифровых фотографий, цифрового фото и цифрового видео	Искажение статистических характеристик цифровых потоков из-за введения дополнительной информации.	Возможность скрытой передачи большого объема информации, защиты авторского права, скрытого изображения товарной марки и т. д.

$$\Omega(u, v) = \frac{\zeta(u)\zeta(v)}{\sqrt{2N}} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} C(x, y) \cos \left[\frac{\pi u(2x+1)}{2N} \right] \cos \left[\frac{\pi v(2y+1)}{2N} \right];$$

$$S(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2N}} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} \zeta(u)\zeta(v)\Omega(u, v) \cos \left[\frac{\pi u(2x+1)}{2N} \right] \times \cos \left[\frac{\pi v(2y+1)}{2N} \right],$$

В полученные блоки встраивается сообщение, содержащее исходные метаданные. На этом процедура сжатия завершается [3], [4].

Алгоритм Hsu (Hsu)

В данном алгоритме декодеру ЦВЗ требуется исходное изображение. Декодер в данном случае выделяет встроенные данные. В качестве ЦВЗ выступает черно-белое изображение размером вдвое меньше контейнера. Перед встраиванием ЦВЗ-изображение подвергается случайным перестановкам, а затем встраивается в среднечастотные коэффициенты ДКП (¼ общего количества).

Для внедрения бита ЦВЗ s_i в коэффициент $c_b(j, k)$ находится знак разности коэффициента текущего блока и соответствующего ему коэффициента из предыдущего блока $d_1(i) = \text{sign}(c_b(j, k)) - c_{b-1}(j, k)$. Если надо встроить 1, коэффициент $c_b(j, k)$ меняют так, чтобы знак разности стал положительным, если 0 – то чтобы знак стал отрицательным. Данный алгоритм не является робастным по отношению к JPEG-компрессии.

Алгоритм Кокса (Cox)

Рассматриваемый алгоритм является робастным ко многим операциям обработки сигнала. Обнаружение встроенного ЦВЗ выполняется с использованием исходного изображения. Внедряемые данные представляют собой последовательность вещественных чисел с нулевым средним и единичной дисперсией. Для вложения информации используются несколько АС-коэффициентов ДКП всего изображения. Автором предложено три способа встраивания ЦВЗ в соответствии со следующими выражениями: $c'_i = c_i + \alpha s_i$; $c'_i = c_i(1 + \alpha s_i)$; $c'_i = c_i e^{\alpha s_i}$.

При обнаружении ЦВЗ выполняются обратные операции: вычисляются ДКП исходного и модифицированного изображений, находятся разности между соответствующими коэффициентами наибольшей величины.

Алгоритм Барни (Barni)

Алгоритм является улучшением алгоритма Кокса, в нем также выполняется ДКП всего изображения. Детектору не требуется исходное изображение (схема слепая). Для встраивания используются средние по величине АС-коэффициенты. В качестве ЦВЗ выступает произвольная строка бит. Выбранные коэффициенты модифицируются следующим образом: $c'_i = c_i + \alpha s_i |c_i|$.

Далее выполняется обратное ДКП, а исходное и полученное изображения складываются с весовыми коэффициентами: $I''(x, y) = \beta(x, y)I'(x, y) + (1 - \beta)I(x, y)$. При этом $\beta \approx 1$ для текстурированных областей и $\beta \approx 0$ в однородных областях, где β – это нормализованная дисперсия блоков. В детекторе ЦВЗ вычисляется корреляция между модифицированным изображением и ЦВЗ

$$\sum_{i=1}^n c'_i s'_i. [5]$$

Таблица 2

Сравнительный анализ алгоритмов встраивания

Название	ЦВЗ	Тип ДКП	Схема извлечения	Декодер/детектор
Коха-Жао	Bitmap изображение или последовательность $\{0, 1\}$	Поблочное, 1 бит в блок 8×8 пикселей	Слепая	Декодер ЦВЗ
Хсу	Bitmap изображение, $\frac{1}{2}$ исходного	Поблочное	Исходное изображение	Декодер ЦВЗ
Кокса	Вещественная последовательность	ДКП всего изображения	Исходное изображение	Декодер ЦВЗ
Барни	Произвольная строка бит	ДКП всего изображения	Слепая	Детектор ЦВЗ

В заключение отметим, что в статье проведен сравнительный анализ методов и алгоритмов стеганографии, актуальных на сегодняшний день, а также области их целевого применения.

Библиографический список

1. Барсуков В. С., Романцов А. П. Компьютерная стеганография вчера, сегодня, завтра. Технологии информационной безопасности XXI века. URL: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=330&lvl=04.03.07> (дата обращения: 17.12.2020).
2. Методы и средства сокрытия (маскирования) сообщений в стегоканалах, подвергаемых атакам: Материал из Национальной библиотеки им. Н. Э. Баумана. URL: [#D0.9E.D1.81.D0.BD.D0.BE.D0.B2.D0.BD.D1.8B.D0.B5_.D0.BF.D0.BE.D0.BD.D1.8F.D1.82.D0.B8.D1.8F](https://ru.bmstu.wiki/Методы_и_средства_сокрытия_(маскирования)_сообщений_в_стегоканалах,_подвергаемых_атакам)

.D1.82.D0.B5.D0.BE.D1.80.D0.B8.D0.B8.D1.81.D1.82.D0.B5.D0.B3.D0.B0.D0.BD.D0.BE.D0.B3.D1.80.D0.B0.D1.84.D0.B8.D0.B8. (дата обращения:17.12.2020).

3. Грибунин В. Г., Оков И. Н., Туринцев И. В. Цифровая стеганография. М.: Солон-Пресс, 2009. 272 с.

4. Конахович Г. Ф., Пузыренко А. Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. К.: МКПресс, 2006. 288 с.

5. Соккрытие данных методами стеганографии: Материал из Национальной библиотеки им. Н. Э. Баумана. URL: https://ru.bmstu.wiki/Соккрытие_данных_методами_стеганографии#.D0.90.D0.BB.D0.B3.D0.BE.D1.80.D0.B8.D1.82.D0.BC_.D0.A5.D1.81.D1.8E_.28Hsu.29 (дата обращения:17.12.2020).

УДК 004.056.5

А. Д. Юницкая

студентка кафедры технологий защиты информации

С. Г. Фомичева – кандидат технических наук, профессор – научный руководитель

СПОСОБ ДОСТИЖЕНИЯ БАЛАНСА МЕЖДУ ГЛАСНОСТЬЮ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В СУДЕБНОМ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВЕ

В XXI в. информационные технологии затрагивают все сферы жизни общества, включая судебную власть. При этом любая информация, представленная в цифровом виде, нуждается в защите. Особенно, когда вероятность ее нелегитимного распространения может составлять угрозу репутационного, экономического характера, а также достигать масштабов угрозы государственной безопасности. Условно назовем вышеуказанные сведения «судебной тайной». Данное понятие внесено в кавычки, так как в Российской Федерации законодательно закреплён принцип гласности судебного разбирательства – одно из основных условий деятельности современной судебной системы [1]. В данном случае будут рассматриваться сведения, попадающие под ограничения указанного принципа и выступающие поводом для рассмотрения уголовных дел в закрытом порядке.

Ранее упомянутый принцип гласности порождает явное противостояние открытости и необходимости введения мер по организации информационной безопасности (рис. 1), которая необходима судам как обладателям критической информации, получаемой в ходе реализации своей основной функции – осуществления правосудия [2]. При этом необходимо обеспечить информационную безопасность, не умаляя значимости принципа открытости.

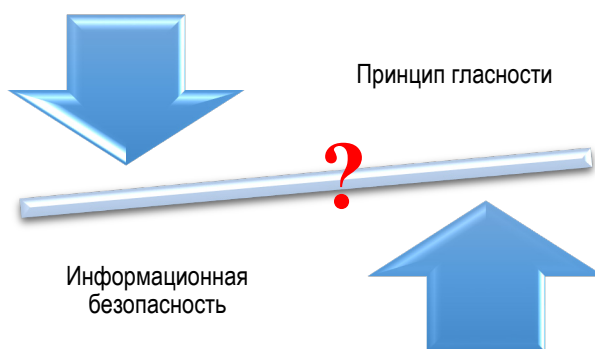


Рис. 1. Демонстрация противостояния

Под мерами обеспечения информационной безопасности подразумевается организация защищенного документооборота с выполнением условия обнаружения источника потенциальной утечки посредством внедрения в предварительно оцифрованную документацию ЦВЗ. Следует обратить внимание на тот факт, что используется именно цифровой водяной знак, а не цифровой отпечаток, так как последний, скорее, предназначен для идентификации объекта защиты. Также следует отметить, что цифровой подписи также недостаточно для решения поставленной задачи, поскольку требуется установить не только факт искажения документа, но и зафиксировать источник несанкционированной модификации документа. Специальным образом сформированные исходные данные (далее – метаданные) устанавливаемого на документ ЦВЗ в ряде случаев предоставляет возможность идентификации нарушителя. В качестве метаданных используются IP/MAC адрес потенциального нарушителя, его геолокация (при возможности ее корректного фиксирования) и дата-время открытия документа. Потенциально можно для этих целей использовать технологию, подобную «Fingerprint».

В качестве базового алгоритма внедрения ЦВЗ в объекты защиты в данной работе был взят метод встраивания цифрового знака Коха-Жао, так как он позволяет сделать стеганосистему более робастной [3] к таким часто выполняемым в ходе делопроизводства преобразованиям, как сжатие с потерями. Суть алгоритма состоит в том, чтобы встроить скрываемое сообщение, а именно специальным образом сформированные метаданные, в документ судебного делопроизводства, цифровая

версия которого представлена в форматах изображений или видеопотоков (.pdf, .png, .jpeg, .mpreg и др.). При этом изображение квантуется целиком и встраиваемый в него ЦВЗ распределится по всему изображению. Сначала производится дискретно-косинусное преобразование, после чего изображение делится на блоки размерностью 8x8 пикселей с последующим квантованием.

$$\Omega(u, v) = \frac{\zeta(u)\zeta(v)}{\sqrt{2N}} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} C(x, y) \cos \left[\frac{\pi u(2x+1)}{2N} \right] \cos \left[\frac{\pi v(2y+1)}{2N} \right];$$

$$S(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2N}} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} \zeta(u)\zeta(v)\Omega(u, v) \cos \left[\frac{\pi u(2x+1)}{2N} \right] \times \cos \left[\frac{\pi v(2y+1)}{2N} \right],$$

где

$C(x, y)$ и $S(x, y)$ – элементы оригинального u восстановленного по коэффициентам ДКП изображения соответственно размерностью $N \times N$;

x, y – пространственные координаты пикселей изображения;

$\Omega(u, v)$ – матрица коэффициентов ДКП;

u, v – координаты в частотной области;

$\zeta(u) = \frac{1}{2}$, если $u = 0$, и $\zeta(v) = 1$, если $v > 0$ [4, с.130]

В полученные блоки встраивается сообщение, содержащее исходные метаданные. На этом процедура сжатия завершается. На выходе мы получаем документ с встроенным цифровым знаком, при открытии которого злоумышленником в данный цифровой знак фиксируется информация о его геолокации, MAC- и IP-адресе.

В рамках концепции данной работы, по сути, подразумевается организация защищенного документооборота с выполнением условий поставленной ранее задачи, а именно обнаружением источника потенциальной утечки посредством внедрения в предварительно оцифрованную документацию цифрового водяного знака (рис. 2).

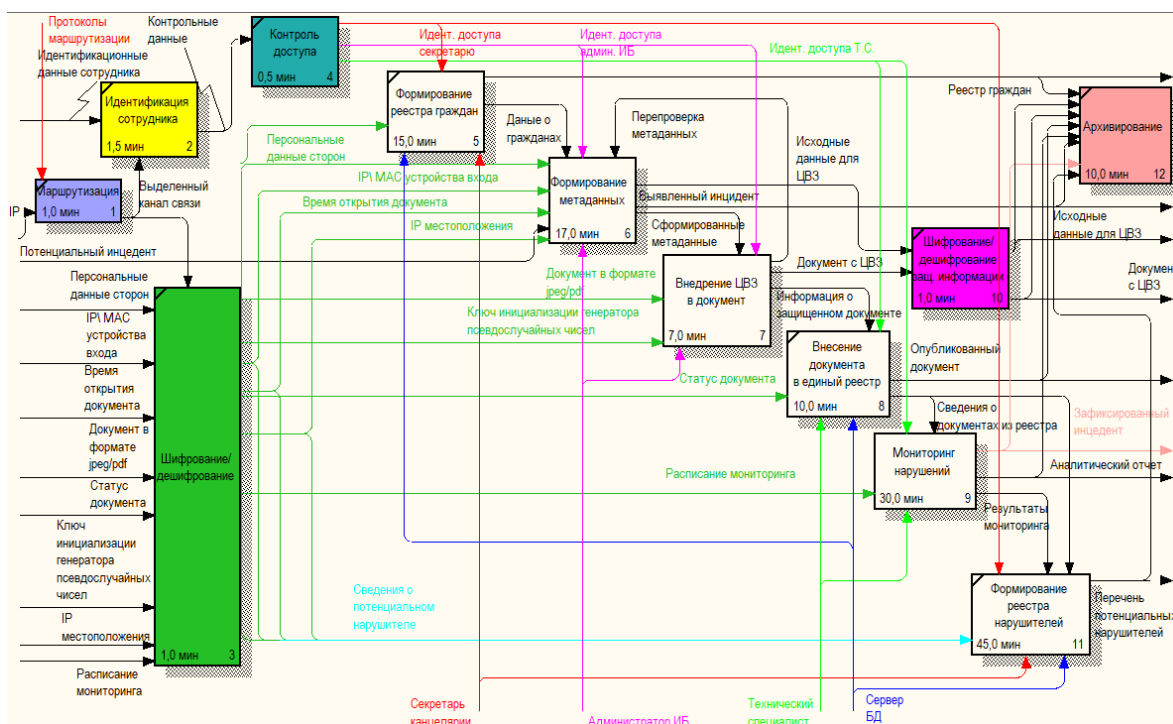


Рис. 2. Модель разрабатываемой системы

Продемонстрированы основные функции, выполняемые сотрудниками аппарата суда, задействованными в рассматриваемом процессе.

Все данные, необходимые для последующего функционирования, должны пройти процесс шифрования для криптозащиты и обеспечения защищенного документооборота. Маршрутизация на канальном уровне необходима для выделения сегмента пользователей, не допущенных к сети Интернет для работы с информацией ограниченного доступа. Идентификация пользователей выделенного сегмента происходит на основе входных данных (пароль, логин) с последующим предоставлением доступа согласно правам. В зависимости от полномочий сотрудник выполняет работу в соответствии со своими должностными обязанностями. Сформированные метаданные внедряются в документ, подлежащий защите. После завершения процедуры внедрения ЦВЗ документ вносится в единый реестр защищенных документов для возможности проведения дальнейшего мониторинга нарушений.

Мониторинг потенциальных нарушений осуществляется посредством фиксации на сервере приложений, бизнес-аналитика которого реализует выявление инцидентов несанкционированного доступа к документам. Производится в соответствии с заранее установленной периодичностью, обозначенной в «расписании мониторингов», предположительно, дважды в месяц. По итогу мониторинга формируется реестр нарушителей. Итогом проделанной работы является сформированный аналитический отчет, который отправляется Судебному Департаменту раз в месяц.

Внедрение рассматриваемой регламентируемой системы в рамках организации защищенного документооборота позволит правоохранительным структурам своевременно реагировать на современные вызовы и угрозы.

В рамках реализации «Концепции информационной политики судебной системы на 2020–2030 годы» в краткосрочной перспективе возможен переход к единой информационной платформе, позволяющий в реальном масштабе времени обеспечить исключительно санкционированный доступ ограниченного круга лиц к закрытым материалам судебного разбирательства [5]. Таким образом, будет практически пресечена потенциальная возможность утечки информации «изнутри» – инсайдерская угроза.

Библиографический список

1. «Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации» от 14.11.2002 № 138-ФЗ (ред. от 08.12.2020) // СПС «КонсультантПлюс».
2. Федеральный конституционный закон от 07.02.2011 № 1-ФКЗ (ред. от 08.12.2020). «О судах общей юрисдикции в Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».
3. *Фомичева С. Г.* Моделирование мобильных агентов в киберфизических системах // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы: сб. статей XXIII междунар. науч. конф. СПб., 2020. С. 368–374.
4. *Конахович Г. Ф., Пузыренко А. Ю.* Компьютерная стеганография. Теория и практика. К.: МКПресс, 2006. 288 с.
5. «Концепция информационной политики судебной системы на 2020–2030 годы» (одобрена Советом судей РФ 05.12.2019) // СПС «КонсультантПлюс».

УДК 62-97/-98

Н. С. Яковлев

студент кафедры электромеханики и робототехники

О. Я. Соленая – кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОДВЕСА

Электромагнитный подвес роторов считается все чаще применяемым в наше время типом опор машин различного назначения: от малогабаритных, таких как электрошпиндели, до больших – роторов турбокомпрессоров газоперекачивающих станций и турбин атомных электростанций. Этот вид подшипников сформирован на принципе магнитной левитации ферромагнитных тел (в частности, роторов) в магнитном или электромагнитном полях, совершаемых внешними источниками. Обеспечение устойчивой работы подвеса ротора без его естественного контакта с находящимися в покое частями машины устанавливается за счет сил магнитного притяжения или отталкивания. В зависимости от способа исполнения и принципа действия разделяют: магнитные подшипники на постоянных магнитах (МПМ), активные магнитные подшипники (АМП) с системой управления, выполняющие определенный алгоритм управления, магниторезонансные подшипники (МРП) и др. Причем принцип действия МРП создан на применении электрической резонансной LC-цепи, осуществляющей принцип саморегулирования положения подвешиваемого ротора в отношении статорных электромагнитов. Несложность конструкции данного подшипника сопровождается существенными недостатками: малая грузоподъемность, потери энергии на вихревые токи и перемагничивание, относительно малые зазоры и др. [1].

Магнитные подшипники являются вариантом упруго-демпферных опор, а их особенностью считается использование магнитного поля для реализации устойчивой левитации роторов. С помощью данных полей создаются силовые реакции опор на смещения ротора, что в итоге дает нам автоматическое центрирование опорных частей ротора в статорных элементах МП и необходимый уровень жесткости опирания. Наиболее применяемые на практике МП – это активные магнитные подшипники (на электромагнитах).

В настоящее время АМП являются одной из самых инновационных разработок в области турбомашиностроения и обретают свое промышленное применение в роторных машинах различного назначения, используются в мощных генераторах, в точных измерительных приборах, гироскопах, роботах, а также в космической технике, в газовой промышленности, в энергетике, медицинской, фармацевтической и пищевой промышленности [2].

Такое широкое распространение активный магнитный подвес получил в силу их явных преимуществ в сравнении с традиционными подшипниками – скольжения, качения и газодинамическими, которые применяются в вышеуказанных роторных машинах. Это отсутствие смазочных масел, снижение потерь на трение, отсутствие износа, сравнительно большой зазор, высокая несущая способность, регулируемые динамические характеристики и т. д. Кроме того, они могут обеспечить работу в экстремальных условиях, таких как низкие и высокие температуры, вакуум, а также особо уместны в устройствах, где обычные механические подшипники с негерметичной смазкой внутренних компонентов были бы источником нежелательного загрязнения. Системы управления АМП могут не только контролировать параметры (положение ротора, уровень вибрации, температуру и скорость вращения) в режиме реального времени, но и выполнять функции анализирующих и мониторинговых устройств, например, определять местоположение и величину дисбаланса, контролировать амплитуды колебаний, изменять в случае необходимости жесткость и демпфирующие свойства для подавления вибраций или отстройки от резонансов, выявлять и диагностировать неисправности, в частности, трещины в валах [3].

Система активного магнитного подвеса (САМП) объекта включает в себя следующие основные функциональные элементы (рис. 1):

– датчики положения подвешиваемого объекта, которые формируют сигналы, однозначно определяющие положение подвешиваемого тела относительно электромагнитов активных магнитных опор (АМО);

- датчики токов, которые формируют сигналы, пропорциональные токам в обмотках АМО;
- регулятор САМП, который обрабатывает сигналы датчиков положения подвешиваемого тела и токов в обмотках АМО и формирует требуемые (в соответствии с выбранным алгоритмом) управляющие напряжения на обмотках АМО;
- электромагниты АМО, которые обеспечивают силовое воздействие создаваемого ими магнитного поля на подвешиваемое тело.

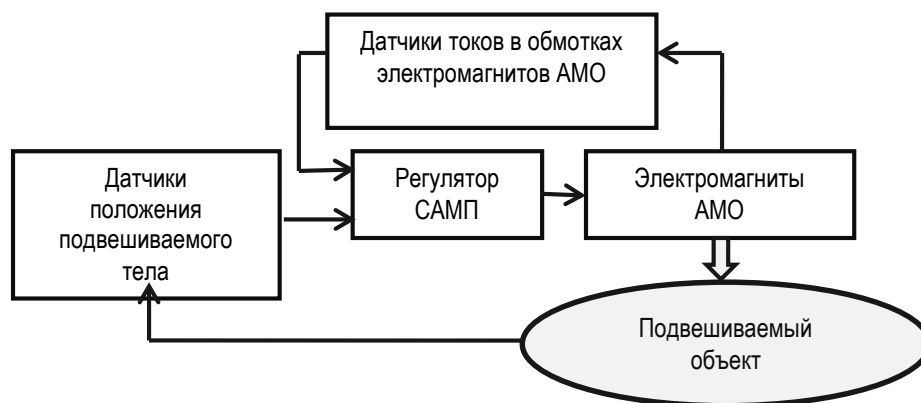


Рис. 1. Функциональная схема САМП

Регулятор САМП в свою очередь содержит (рис. 2):

- процессор (аналоговая схема), который обрабатывает сигналы датчиков положения подвешиваемого объекта и датчиков токов в обмотках АМО, обеспечивает возможность настройки и корректировки алгоритма управления, а также контроля состояния САМП, формирует сигналы, управляющие выходными силовыми каскадами;
- выходные силовые каскады (усилители), формирующие в соответствии с выходными сигналами процессора широтно-импульсно модулированное (ШИМ) или аналоговое напряжение на обмотках АМО;
- блок питания, обеспечивающий необходимое опорное силовое напряжение на выходных силовых каскадах.

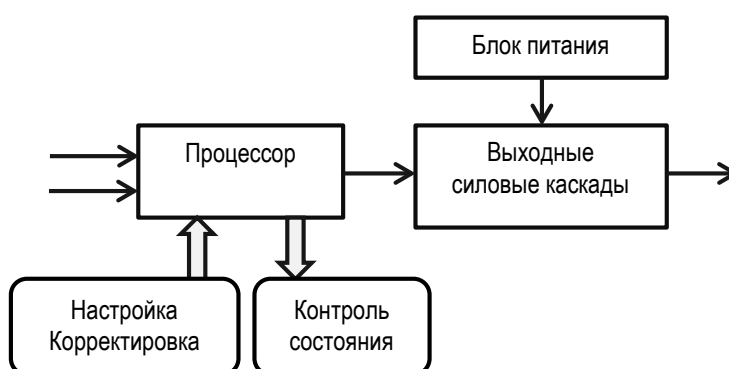


Рис. 2. Функциональная схема регулятора САМП

Электромагниты АМО включают в себя (рис. 3):

- рабочие обмотки, обеспечивающие создание требуемых величин магнитодвижущих сил (МДС), обуславливающих замкнутые магнитные потоки;
- магнитопроводы (ферромагнитные проводники замкнутых магнитных потоков), разделенные зазором (в большинстве практических случаев воздушным) на неподвижные статорные (корпусные) части, ответные участки, размещенные на подвешиваемом объекте.

Конструктивные схемы АМП

АМО вращающихся роторов, скомпонованные вместе с датчиками положения, называют активными магнитными подшипниками (АМП). В зависимости от направления воспринимаемой нагрузки

АМП могут быть радиальными, осевыми (или упорными) и радиально-упорными (или коническими). Полный магнитный подвес ротора может быть создан при помощи двух радиальных и одного осевого АМП (рис. 4а), или при помощи двух конических АМП (рис. 4б). На рис. 4в показан обращенный вариант подвеса, в котором неподвижный статор расположен внутри вращающегося ротора.

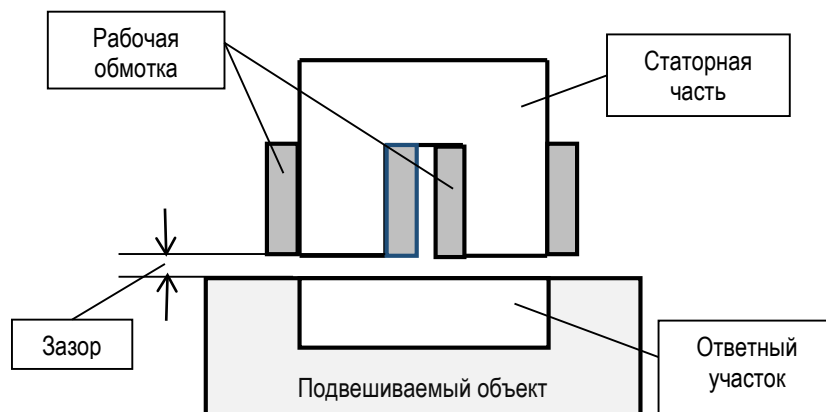


Рис. 3. Общая структура АМО

Состав независимых переменных, описывающих состояние САМП.

В соответствии с теорией электромеханических систем текущее состояние САМП однозначно определяется двумя группами независимых переменных:

- механическими переменными, определяющими пространственное положение подвешиваемого тела относительно некоторой определенной неподвижной системы координат;
- электрическими переменными – токами в электрических контурах (электрическими аналогами обобщенных скоростей).

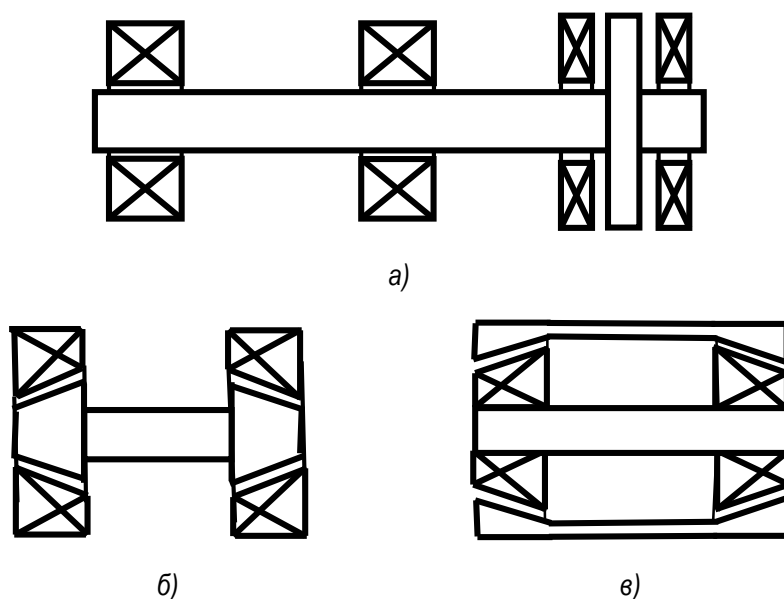


Рис. 4. Варианты полного активного магнитного подвеса ротора:
а – в двух радиальных и одном осевом АМП; б – в двух конических АМП;
в – обращенная конструкция с двумя коническими АМП

При выборе (назначении) механических переменных, описывающих состояние САМП, существенное значение имеет понимание (наличие предположений) о механических свойствах подвешиваемого объекта, который в одних случаях может рассматриваться как абсолютно твердое тело, в других – как упругая система с некоторыми распределенными параметрами. Здесь следует отметить, что при разработке САМП этот вопрос является достаточно принципиальным, ввиду необходимости учитывать возможность возникновения собственных упругих (изгибных) колебаний подвешиваемого

тела, которые заметно ухудшают динамические свойства системы или даже (для высокооборотных роторов) приводят к потере устойчивости подвеса на соответствующей (критической) частоте их вращения [4].

Виды внешних силовых воздействий

Исходным документом при проектировании САМП является Техническое задание (ТЗ), одним из важнейших разделов которого в силу непосредственного назначения системы является характеристика внешних силовых воздействий на подвешиваемое тело, под которыми понимаются силы, функционально независимые от смещения x , управляющего тока I , а также их производных. Такие силы можно классифицировать следующим образом (рис. 5).

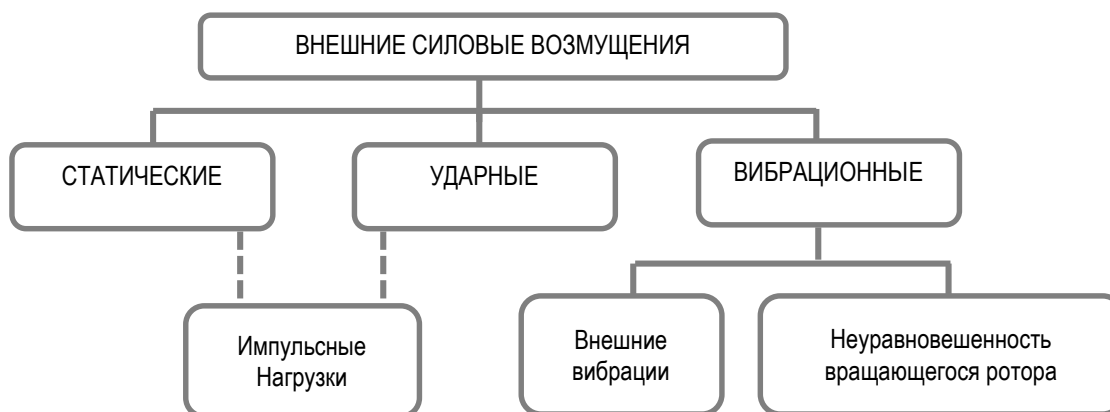


Рис. 5. Классификация возмущающих сил

При расчетах и проектировании САМП изначально предполагается, что кроме компенсации веса подвешиваемого тела система должна обрабатывать без потери устойчивости и другие возможные статические нагрузки. Характеристики таких нагрузок определяется следующими параметрами (рис. 6):

- уровнем нагрузки F_0 [Н];
- временем действия нагрузки Δt [с];
- крутизной фронтов $t_{\phi 1}, t_{\phi 2}$ [с].

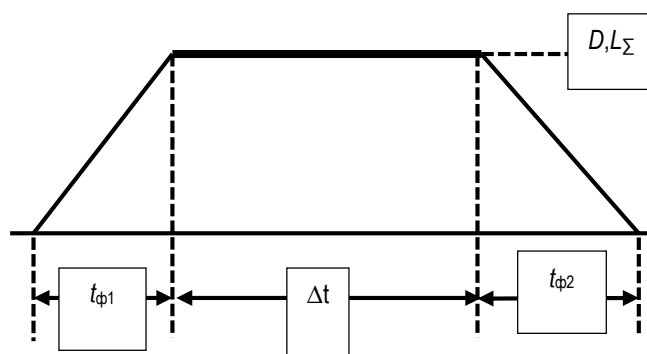


Рис. 6. Эюра статической (ударной) нагрузки

В зависимости от величин временных интервалов $t_{\phi 1}, \Delta t$ различают:

- ступенчатую статическую нагрузку – $t_{\phi 1} < 2 \div 3$ [мс], $\Delta t > 10 \div 15$ [мс];
- импульсную нагрузку – $t_{\phi 1} < 2 \div 3$ [мс], $\Delta t \leq 10 \div 15$ [мс];
- ударную нагрузку – $t_{\phi 1} \rightarrow 0$, $\Delta t < 2 \div 3$ [мс].

Для ударной нагрузки в расчетах может быть использована агрегированная величина ударного импульса $\hat{F}_0 \Delta t$ [Н·с] или энергия удара \hat{E}_0 [Дж], связанных между собой соотношениями

$$\hat{E}_0 = \frac{1}{2} m \cdot \left(\frac{\hat{F}_0 \Delta t}{m} \right)^2 = \frac{(\hat{F}_0 \Delta t)^2}{2m}; \hat{F}_0 \Delta t = \sqrt{2m\hat{E}_0}.$$

Указанное различие характера возможных статических и ударных нагрузок обуславливает соответствующее различие и в расчетах соответствующих переходных процессов. Это связано с тем, что от вида возмущающих нагрузок принципиально зависят начальные условия и установившиеся значения переменных, описывающих динамические процессы в системе.

Внешние статические и ударные нагрузки могут быть вызваны следующими причинами:

– наличием переносного ускорения $a_{\text{пер}} \left[\text{м/с}^2 \right]$, связанного с линейным (ударным) смещением корпуса изделия, в этом случае $F_0 = a_{\text{пер}} m \left[\text{Н} \right]$, где $m \left[\text{кг} \right]$ – масса, приведенная к соответствующей опоре;

- штатным или аварийным изменением параметров технологического процесса;
- нештатным воздействием со стороны приводных агрегатов.

Основными причинами, вызывающими внешнее периодическое силовое воздействие на подвешиваемое тело, являются:

- переносные ускорения, связанные с вибрациями корпуса (фундамента);
- штатные воздействия со стороны присоединенных агрегатов;
- наличие динамической неуравновешенности вращающихся элементов конструкции.

Следует принимать во внимание, что вибрации корпуса (фундамента) могут иметь как стационарный, так и случайный характер. Стационарные вибрации корпуса вызываются, как правило, вибрационными воздействиями со стороны других агрегатов, расположенных в непосредственной близости – на одном и том же фундаменте (корпусе, машинном зале).

Другим значимым аспектом в плане внешних периодических (вибрационных) возмущений является учет вероятности случайных сейсмических колебаний. Таким образом, при проектировании САМП в некоторых случаях в состав ТЗ в обязательном порядке должны включаться требования к устойчивости ее работы при определенных сейсмических воздействиях [1].

Библиографический список

1. Журавлев Ю. Н. Активные магнитные подшипники: теория, расчет, применение. СПб.: Политехника, 2003. 206 с.
2. Зотов И. В., Лисиенко В. Г. Магнитные подшипники для системы автоматического управления электромагнитным подвесом роторов турбогруппы газотурбины теплоэлектроцентралей // Электротехника. 2010. № 3. С. 8–14.
3. Поляхов Н. Д., Стоцкая А. Д. Обзор способов практического применения активных магнитных подшипников // Научное приборостроение. 2012. Т. 22. № 4. С. 5–18.
4. Флора В. Д. Электрические машины специальных конструкций и принципов действия. Запорожье, 2011. 254 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Кулибаба М. И., Мужайло М. К. СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ В РОБОТОТЕХНИКЕ.....	3
Кулибаба М. И., Мужайло М. К. СОЗДАНИЕ РОБОТА-РАЗВЕДЧИКА С МАНИПУЛЯТОРОМ.....	6
Куликов М.С. БИОНИЧЕСКИЙ РОБОТ-АКУЛА	9
Куликов А. Д. О ОБЗОРЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ И СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ (ЛЭП).....	14
Кунаев С. Н. СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ БЕСПРОВОДНЫМ ПУТЕМ ПРИ ПОМОЩИ РЕЗОНАНСНОГО МЕТОДА.....	18
Куцулим Д. В. ГРУППОВАЯ РОБОТОТЕХНИКА.....	23
Кхан М. Д. СОВРЕМЕННЫЕ ФОТОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	28
Лебедев И. Н. ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАНИЯ DEERFAKE ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ.....	33
Левченко Д. Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ	35
Кузьменко Ю. П., Лужецкий А. А. ПРОБЛЕМЫ АНТРОПОМОРФНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ	40
Ляшенко С. В., Нугматуллина А. Р. ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	45
Макарюк Н. В. ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО КОММЕРЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СФЕРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ.....	49
Медведь Т. С. РАСЧЕТ ВОЛНОГЕНЕРАТОРА МАЛОЙ МОЩНОСТИ.....	53
Михайлов Е. А. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ РАСЧЕТА ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ	57
Михалев А. А. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ В РЕГУЛЯТОРАХ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ	62
Морозов А. П. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТОЛЕТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	65
Никонов М. М. МЕТОДЫ ЗАРЯДКИ НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА	70
Ничипорук П. С. СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	73
Новожилов П. М. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОССОПКА ОРГАНИЗАЦИЯМИ РФ	77
Ольховский А. В. АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ ГИДРОАВТОМАТИКИ	80
Осипов К. А. БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ.....	84
Очередин А. Д. ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	87
Очкасов Д. Д. АВТОНОМНАЯ МОБИЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ	90
Павлюченко А. К. ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ И ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ	93
Пахотов А. В. СЕГМЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ.....	96
Погребняк А. Е. ГЕНЕРАТОРЫ ПРИЛИВНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	100
Попов А. А. ФИЗИКА ДИЭЛЕКТРИКОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВ	104
Порошина Е. А. МОДЕРНИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ СХЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ	109
Профе Б. А. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ МНОГОФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ	114
Прохорова А. А. СПОСОБЫ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА СКОРОСТИ МАНИПУЛЯТОРА И КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА.....	116

Прохоров В. Д. САМОЛЕТ С ПОЛНЫМ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫМ ОБОРУДОВАНИЕ.....	119
Рамазанов Р. В. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИНТЕРОВ ДЛЯ ПЕЧАТИ НЕСМЫВАЕМОЙ МАРКИРОВКИ НА МЕТАЛЛЕ.....	123
Ромашова Т. С. ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В ПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ.....	128
Рудаков Р. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОВ.....	131
Рыбаков И. М. СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РТС.....	135
Саксонов И. О. ЭЛЕКТРОМОБИЛИ КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ МИРОВОЙ ЭКОЛОГИИ.....	140
Сергеев А. А. HYPERLOOP – ТРАНСПОРТ БУДУЩЕГО.....	144
Соколов О. И. СИСТЕМА «УМНЫЙ ДОМ».....	148
Соленый А. А. АНАЛИЗ КОММУТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ.....	151
Соловьев А. С. АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ «УМНЫЙ ДОМ» НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO.....	154
Соловьев Г. С. ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕРНЫХ ДЫР КАК ИСТОЧНИКОВ БЕСКОНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ.....	159
Спиридонова И. Д. ТРЕНДЫ И СОСТОЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СФЕРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ.....	163
Скробат И. С., Стародуб А. Р. МОДЕЛИРОВАНИЕ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ТИПА «УМНЫЙ ГОРОД».....	166
Степанцов Е. В. ОБЗОР КООРДИНАТНЫХ СТОЛОВ.....	170
Строшков В. К. СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ И КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ.....	173
Тучкова М. О. ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ MSSP НА ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	176
Филиппов А. В. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ.....	179
Хаистов А. С. МЕТОД ВЫБОРА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ.....	182
Ходин А. В. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ НА НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	188
Шалахин В. Р. ОБЛАЧНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ.....	191
Шленский А. Ю. РАЗРАБОТКА УЗЛА С ПОВОРОТНОЙ ГОЛОВКОЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНЫ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ.....	195
Шленский А. Ю. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ.....	198
Шленский А. Ю. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОВОРОТНОЙ ГОЛОВКИ.....	202
Щедрова А. С. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ (ERP): ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА СИСТЕМЫ.....	205
Юницкая А. Д. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИИ.....	209
Юницкая А. Д. СПОСОБ ДОСТИЖЕНИЯ БАЛАНСА МЕЖДУ ГЛАСНОСТЬЮ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В СУДЕБНОМ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВЕ.....	213
Яковлев Н. С. СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОДВЕСА ...	216

Научное издание

ЗАВАЛИШИНСКИЕ ЧТЕНИЯ'2021

XVI Международная конференция
по электромеханике и робототехнике
14–17 апреля 2021 г.

Молодежная секция
Часть 2

Сборник докладов

ISBN: 978-5-8088-1618-3



9 785808 816183

Ответственные за выпуск:
доктор технических наук, профессор *В. Ф. Шишлаков*; *А. В. Статкевич*
Редактор *Е. В. Торопова*
Компьютерная верстка *С. Б. Мацапуры*

Подписано к печати 02.09.21. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 12,9. Уч.-изд. л. 15,9. Тираж 150 экз. Заказ № 332.

Редакционно-издательский центр ГУАП
190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 67