



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru

ISSN 2618-9402



**XIV Студенческая международная
заочная научно-практическая
конференция**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ**
№ 3(14)

г. МОСКВА, 2019



ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

*Электронный сборник статей по материалам XIV студенческой
международной научно-практической конференции*

№ 3 (14)
Март 2019 г.

Издается с февраля 2018 года

Москва
2019

УДК 62+51
ББК 30+22.1
Т38

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Волков Владимир Петрович – кандидат медицинских наук, рецензент АНС «СибАК»;

Елисеев Дмитрий Викторович – кандидат технических наук, доцент, начальник методологического отдела ООО "Лаборатория институционального проектного инжиниринга";

Захаров Роман Иванович – кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последипломного образования (РМАПО) г. Москва;

Зеленская Татьяна Евгеньевна – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

Карпенко Татьяна Михайловна – кандидат философских наук, рецензент АНС «СибАК»;

Костылева Светлана Юрьевна – кандидат экономических наук, кандидат филологических наук, доц. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва;

Попова Наталья Николаевна – кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ;

Т38 Технические и математические науки. Студенческий научный форум. Электронный сборник статей по материалам XIV студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2019. – № 3 (14) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.nauchforum.ru/archive/SNF_tech/3\(14\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/SNF_tech/3(14).pdf)

Электронный сборник статей XIV студенческой международной научно-практической конференции «Технические и математические науки. Студенческий научный форум» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Оглавление

Секция 1. Технические науки	4
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ В А-СЕТИ Арбузов Сергей Викторович	4
АНТИГОЛОЛЕДНАЯ ОБРАБОТКА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ Болдинова Светлана Дмитриевна Дергунов Сергей Александрович	9
ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ШЕСТИ РУКОПОЖАТИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ Жаравин Дмитрий Евгеньевич Козин Дмитрий Юрьевич Фомичев Дмитрий Юрьевич	14
ПРОБЛЕМА ВЫБОРА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО СПОСОБА ИЗМЕРЕНИЯ КРЕНА ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБЪЕКТА Ляписов Дмитрий Сергеевич Кирильчик Лариса Федоровна	17
АНАЛИЗ ПОПУЛЯРНЫХ СЕТЕЙ, ПОСТРОЕННЫХ НА ТЕХНОЛОГИИ LPWAN Миколюк Анастасия Юрьевна Друзь Евгения Игоревна	20
УСТРОЙСТВО БЕЗОПАСНОСТИ ОТ КАРНИЗНЫХ СОСУЛЕК И ОБРУШЕНИЯ КОЗЫРЬКОВ ВХОДНЫХ ДВЕРЕЙ ОТ НАЛЕДИ Соколов Артём Евгеньевич Крыскин Павел Иванович	28
АЛГОРИТМЫ ШИФРОВАНИЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С НЕДОВЕРЕННЫМИ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ А-СЕТИ Стогова Ксения Викторовна	30
Секция 2. Физико-математические науки	34
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ Щеглова Наталья Игоревна	34

СЕКЦИЯ 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ В А-СЕТИ

Арбузов Сергей Викторович

*магистрант, Московский технический университет связи и информатики,
РФ, г. Москва*

В наше время передача и обработка информации в том или ином виде используется повсеместно во всех отраслях жизни современного общества, будь то отправка SMS-сообщения, просмотр HD-видео, онлайн-банкинг или обмен сообщениями между воздушными судами (ВС). В данной статье рассматриваются проблемы передачи между воздушными судами информационных сообщений, а также предлагаются способы решения рассмотренных проблем.

На сегодняшний день в авионике используется система «Автоматическое Зависимое Наблюдение - Вещание» (АЗН-В). Основой для неё послужил протокол 1090 MHz Extended Squitter (1090 ES). Новая система решила ряд проблем, предоставив пилотам намного больше информации о воздушном пространстве возле них, но этот подход является далеко не идеальным, так как вещание ведётся только на одной частоте 1090 МГц. Зная частоту, на которой передаются сигналы, злоумышленникам не составит труда перехватить информацию. Эта же проблема наличия только одной частоты не оставляет пилотам возможности общаться между собой и пересылать другие данные напрямую друг другу. [2]

Для избегания вышеперечисленных проблем в настоящее время предлагается система Автоматического Зависимого Наблюдения - Вещания на основе протокола VDL Mode 4. [2] Согласно спецификации, линия передачи данных VDL-4 должна работать в авиационной полосе частот диапазона VHF (Very High Frequency), т.е. от 108 до 136,975 МГц с возможностью управления

частотой на станции. VDL Mode 4 передаёт данные в цифровом виде по каналу диапазона VHF в полосе 25 кГц и использует протокол Self-organized Time-Division Multiple Access (STDMA). [4]

Функционирование А-сети (Aviation Network) заключается в предоставлении возможности различными объектам обмениваться информацией друг с другом. [3] Если в зоне радиовидимости появляется новый объект, необходимо, чтобы он также был оснащён специальным оборудованием и программным обеспечением. Это позволит судам, находящимся друг от друга на значительном расстоянии, обмениваться информацией через другие летательные аппараты, которые будут передавать поступающие к ним сигналы, то есть будут выступать в роли ретрансляторов. [1]

Предлагаемая концепция может обеспечить новую сеть такими функциями, как:

а) надёжность и безопасность (например, появление между передающим и приёмным устройством препятствия, блокирующего прямую передачу информации, не остановит передачу информации в целом, так как система будет искать обходные пути);

б) масштабируемость (пилот любого летательного аппарата имеет возможность получить информацию о новых зонах наблюдения в пределах всей сети):

в) живучесть (если вся сеть в какой-либо момент времени разделится на несколько отдельных составляющих, это в конечном итоге не приведёт к потере наблюдения). [3]

Обмен в предлагаемой сети может происходить в следующих направлениях: земля-борт, борт-земля, борт-борт. Дополнительно к этому, координаты всех летательных аппаратов отслеживаются благодаря спутниковой системе ГЛОНАСС/GPS. Обмен сообщениями в А-сети представлен на рисунке 1.

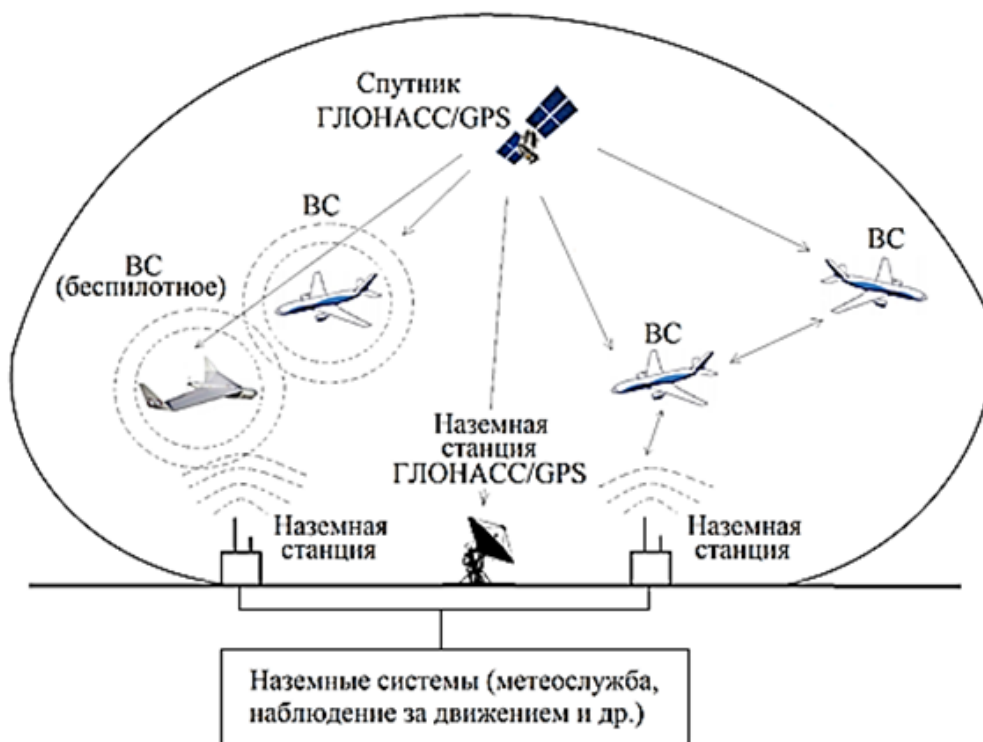


Рисунок 1. Обобщённая структура А-сети

Возможность общаться по линиям «борт-земля» и «земля-борт» на данный момент есть у всех воздушных судов, поддерживающих протокол 1090 ES. Для того, чтобы была возможность общения борт-борт, необходимо, чтобы объект поддерживал протокол VHF Data Link Mode 4, что может использоваться, например, для масштабирования образа сети, представленного на рисунке 2.

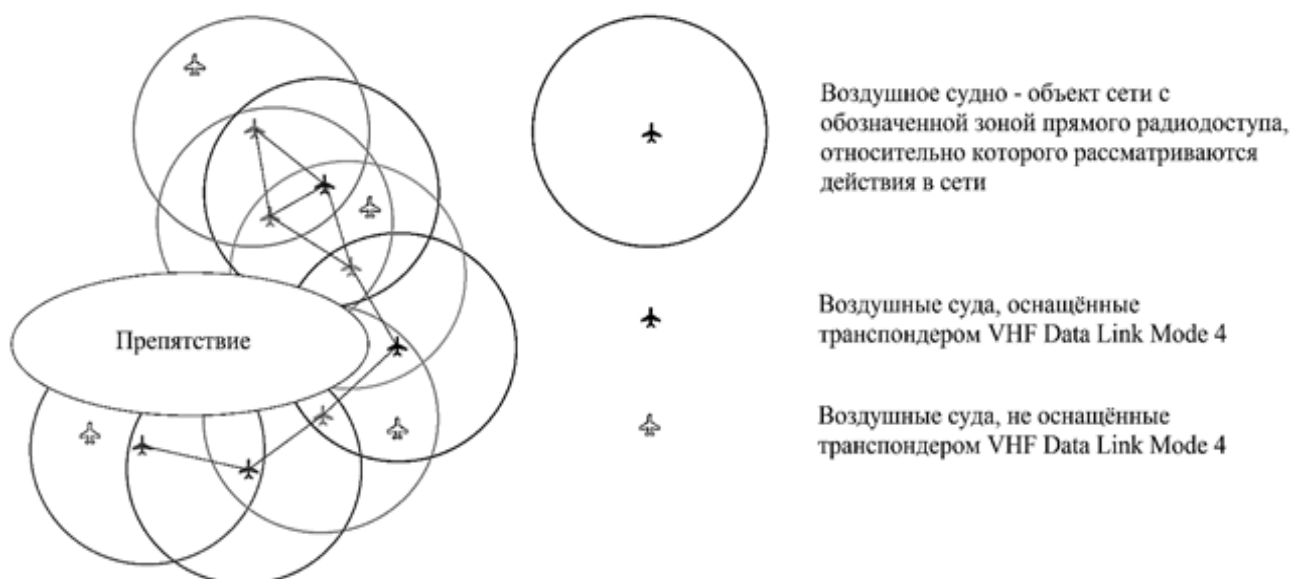


Рисунок 2. Масштабирование образа сети

При необходимости доставки сообщения от одного ВС к другому, или же при трансляции данных с наземной станции конкретному судну, могут возникать проблемы, связанные со способом передачи. Предлагается алгоритм, на основе которого создаётся программное обеспечение, позволяющее любому летательному аппарату, оснащённому специальным транспондером, выступать в роли ретранслятора. Суть алгоритма передачи заключается в следующем: во время функционирования ПО находится в режиме «ожидания», то есть ждёт новых поступающих ему информационных сообщений. Как только новое сообщение получено – начинает работать основная часть программы, которая принимает решение о необходимости пересылки сообщения борту-получателю.

Описанный выше алгоритм наглядно изображён на рисунке 3.

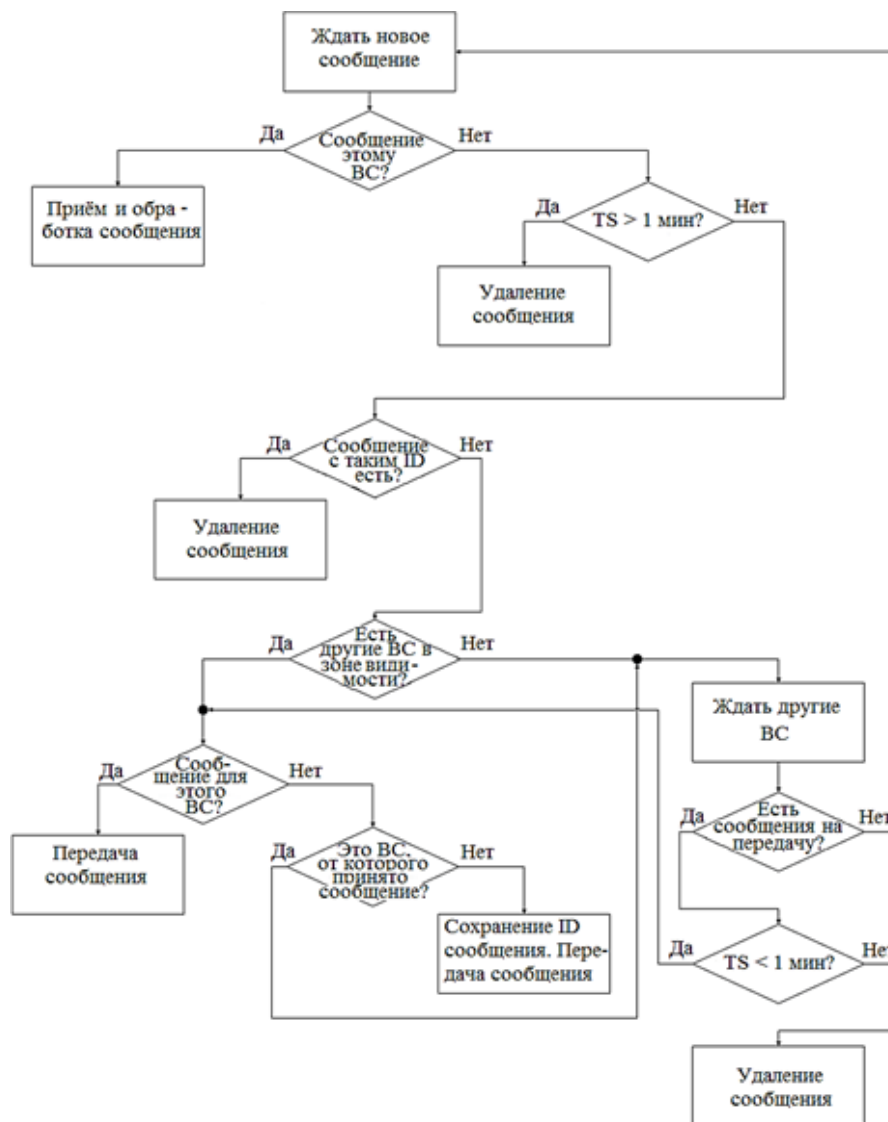


Рисунок 3. Алгоритм передачи сообщений

Данный алгоритм реализован в виде программного обеспечения, написанного на языке Assembler. ПО, реализующее предложенный алгоритм системы передачи сообщений в авиационной сети на базе протокола VHF Data Link Mode 4, отлажено с использованием пакета симуляции фирмы Analog Devices и доказало свою работоспособность.

Список литературы:

1. Авиационная электросвязь. Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации – 2-е издание. ICAO, 2007 – 277с.
2. Программа внедрения средств вещательного автоматического зависимого наблюдения (2011 - 2020 годы): утв. Минтранс РФ 19 мая 2011г. // Заседание Комитета по беспилотным авиационным системам НП «Союз авиапроизводителей». Протокол №4 от 17.09.2015.
3. Boukerche A. Algorithms and protocols for wireless and mobile Ad Hoc networks // University of Ottawa, Canada, 2009, - 497 p.
4. Manual on VHF Digital Link (VDL) Mode 4 – ICAO Doc 9816 AN/448, First Edition, 2004. - 406 p.

АНТИГОЛОЛЕДНАЯ ОБРАБОТКА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Болдинова Светлана Дмитриевна

*студент, Оренбургский государственный университет,
РФ, г. Оренбург*

Дергунов Сергей Александрович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,
Оренбургский государственный университет,
РФ, г. Оренбург*

Аннотация. В данной статье рассмотрены способы обработки дорожных покрытий, которые используются для борьбы с зимней скользкостью. Так же описываются антигололедные материалы и реагенты, их классификация и свойства.

Abstract. In this article discusses ways to treat road surfaces that are used to combat winter slipperiness. Anti-icing materials and reagents, their classification and properties are also described.

Ключевые слова: автомобильные дороги; гололед; покрытие; реагенты; скользкость.

Keywords: car roads; ice; coating; reagents; slipperiness.

Эксплуатация автомобильных дорог в холодное время года значительно усложняется в связи с образованием на покрытии снежных и ледяных отложений. Это происходит из-за того, что наличие данных отложений усугубляет свойства, обеспечивающие контакт автомобиля с дорожным покрытием. И поэтому многократно повышается аварийность на дорогах.

Для решения данной проблемы проводится обработка дорожных покрытий. Она может быть:

1) профилактической;

2) защитной;

3) по удалению уже появившихся отложений или уменьшению их отрицательного влияния на движение.

Первый вид обработки проводится для того, чтобы избежать образования скользких поверхностей, или для того, чтобы снег и лед не имели крепкого сцепления с дорожным покрытием, и их легко можно было удалить. Решение о проведении этого вида обработки принимают тогда, когда есть возможность предсказать образование льда, снежного наката. Данная обработка осуществляется перед ожидаемыми осадками или понижением температуры за 0,5 – 2 часа.

Защитная обработка позволяет оградить дорогу от снега и льда с ближайшей территории. Она включает в себя мероприятия по устройству снегозащитных лесонасаждений, щитов, заборов, противолавинных заборов, созданию мерзлотных поясов и т.д.

Третий вид обработки может быть осуществлен механическим удалением снега или льда, химическим способом очистки покрытия, либо увеличением шероховатости ледяного (снежного) слоя.

Для борьбы с наледями часто используются противогололедные материалы. Они подразделяются на химические (жидкие, твердые), фрикционные и комбинированные.

Химические антигололедные материалы называют так же реагентами. Они понижают температуру, при которой замерзает вода. В зависимости от химического состава их подразделяют на подгруппы: хлориды, ацетаты, карбамиды, нитраты.

Свойства химических противогололедных реагентов:

- понижение температуры кристаллизации;
- обеспечение таяния снега и льда на поверхности дороги;
- проникновение внутрь снежно-ледяного слоя и разрушение межкристаллических связей;
- разрушение связи слоев отложений с дорогой;
- не повышать скользкость покрытия;
- удобство хранения, транспортировки и применения;
- экологичность;

- не портить металл, бетон, кожу, резину.

К твердым химическим реагентам относятся:

- поваренная соль;
- соль сильвинитовых отвалов;
- хлористый кальций чешуируванный;
- хлористый кальций фосфатированный;
- бишофит чешуируванный.

Каждый вид твердых реагентов по отдельности не применяется, так как они могут слеживаться ввиду своей гигроскопичности. Чтобы избежать данной проблемы их комбинируют между собой, либо вводят добавки.

Для снижения расхода твердых реагентов их могут смачивать растворами солей с уменьшенной точкой замерзания.

Жидкие химические реагенты представляют собой растворы либо рассолы. Основным представителем данной группы является хлористый кальций.

Наилучшими химическими реагентами для борьбы со скользкостью являются хлорид натрия и хлорид кальция, так как они имеют наименьшую температуру эвтектики со льдом, что позволяет их использовать при сильных морозах (до 49,8 °С), при этом не имеют в составе химикатов, оказывающих катастрофического влияния на экологию.

Хлорид калия можно использовать только при слабых морозах, но его плюсом является то, что он представляет собой минеральное удобрение. Однако этот реагент положительно сказывается на почве только в строго ограниченных количествах.

Использование мочевины в качестве антигололедного вещества имеет плюсы и минусы похожие на достоинства и недостатки использования хлорида калия с аналогичной целью. Она содержит около 50% азота, который положительно влияет на восстановление плодородности почвы. Но она может трансформироваться с образованием нитратов и нитритов, которые являются ядами для человеческого организма.

Фрикционные противогололедные материалы увеличивают шероховатость поверхности, улучшая сцепление колеса автомобиля с покрытием дороги. Они не плавят лед, а создают поверх него слой комфортный для перемещения.

Свойства фрикционных противогололедных материалов:

- увеличение шероховатости покрытий, для уменьшения аварийности на дорогах;
- иметь высокую прочность, которая препятствует износу, дроблению и шлифованию антигололедных материалов;
- не повышать запыленность дороги;
- не загрязнять дорогу и прилегающую территорию.

Среди представителей фрикционных антигололедных материалов встречаются: мелкий щебень, песок, песчано-гравийная смесь, шлак, золы уноса, гранитная крошка, мраморная крошка.

Наилучшими свойствами обладает мраморная крошка. У нее много преимуществ. Этот материал относительно мягкий, вследствие чего при слишком сильных нагрузках он ломается, уберегая от порчи покрышки колес автомобилей и само покрытие. Он абсолютно безопасен для экологии.

К недостаткам гранитной крошки относится то, что она вредит дорожному покрытию, способствует колееобразованию; портит транспорт, движущийся по обработанной этим материалом дороге; засоряет газоны, почву, стоки; не удовлетворяет нормам радиационной безопасности.

Наиболее популярным фрикционным материалом является песок, но он имеет много недостатков. После применения данного антигололедного средства покрытие становится грязным. Песок способствует запыленности. Он накапливает в себе вредные вещества, тем самым оказывает вред экологии. К тому же он забивает ливневые стоки.

Все фрикционные материалы имеют короткий срок действия, расходуются в слишком большом количестве, их хранение вызывает много трудностей.

Чаще всего для борьбы с зимней скользкостью применяется комбинированный метод, сочетающий в себе химический и фрикционный.

Антигололедные материалы распределяют равномерно на покрытии согласно нормам расхода, которые устанавливают анализируя вид и толщину гололедных образований, учитывая погодные условия.

Борьба со скользкостью является неотъемлемой частью зимнего содержания дорог. Идеального средства против снежно-ледяных отложений не существует. Во время выбора решений должны рассматриваться и сопоставляться не конкретные реагенты (вещества), а различные системы и способы зимнего содержания объектов дорожного хозяйства, предполагающие, в том числе, их использование. Они должны быть технологически и экологически безопасными, а также иметь экономическую эффективность.

Список литературы:

1. А.К.Дюнин – Москва Транспорт 1983 г. – Зимнее содержание дорог.
2. Васильев, А. П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А. П. Васильев, В. М. Сиденко. – М.: Транспорт, 1990. – 303 с. – ISBN 5-277-00877-2.
3. ГОСТ Р50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.
4. Карабан Г.М. Современная технология содержания городских дорог / Г. М. Карабан, Н. В. Борисюк. – М.: Изд-во МАДИ, 1982. – 92 с.
5. Общие положения зимнего содержания дорог. 28.09.2018
6. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / Министерство транспорта РФ, гос. служба дорожного хозяйства. – М.: Росавтодор Минтранса РФ, 2003. – 69 с.
7. Содержание и ремонт автомобильных дорог. Справочник инженера дорожника / под ред. А. П. Васильева. – М.: Транспорт, 1989. – 287 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ШЕСТИ РУКОПОЖАТИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Жаравин Дмитрий Евгеньевич

*студент, Вологодский государственный университет,
РФ, г. Вологда*

Козин Дмитрий Юрьевич

*студент, Вологодский государственный университет,
РФ, г. Вологда*

Фомичев Дмитрий Юрьевич

*студент, Вологодский государственный университет,
РФ, г. Вологда*

На сегодняшний день современное общество и информационные технологии активно развиваются и видоизменяются. Характерной тенденцией таких обществ является стремление к взаимосвязям и глобализации.

Два американских педагога в 1969 году предложили интересную гипотезу, согласно которой каждый человек на планете знаком друг с другом в среднем через 5-6 человек. Эта гипотеза проверялась тогда и проверяется по сей день крупными компаниями, такими как Microsoft и Facebook. Учёным по данным экспериментов удалось подтвердить эту теорию и она получила название "Теория шести рукопожатий".

Появилась идея создать программу для проверки этой теории на примере социальной сети "ВКонтакте". Эта социальная сеть выбрана потому, что она удерживает лидирующие позиции по популярности в СНГ-пространстве и имеет на сегодняшний день более 530 миллионов зарегистрированных пользователей. А так же существует API для получения необходимых данных, которые будут использованы в приложении.

Задачей приложения будет произвести авторизацию в социальной сети "ВКонтакте", подсчитать количество друзей между начальным и конечным пользователями, а так же сформировать отчёт в виде математического графа.

Язык программирования Python 2.7 был выбран не случайно, он является интерпретируемым и его объектно-ориентированный подход будет

использоваться для создания графического интерфейса. Так же в нём содержится множество библиотек и стандартных функций, которые упрощают работу. Данный язык обладает достаточно понятным синтаксисом и простотой использования.

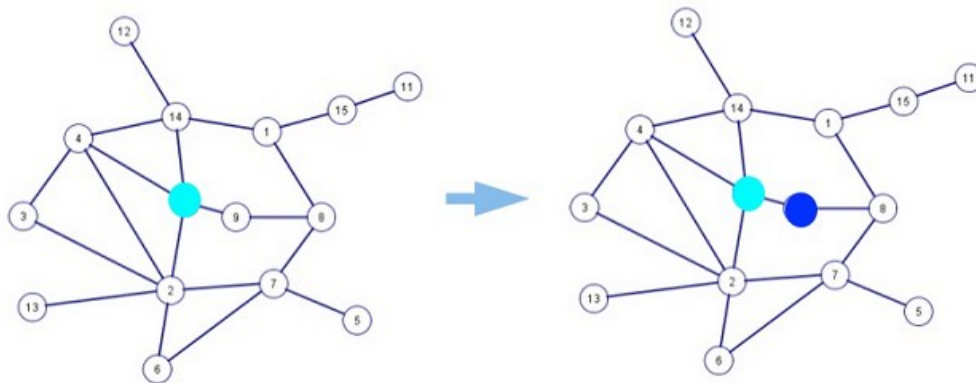


Рисунок 1. Теория шести рукопожатий в виде графа

Программа состоит из двух алгоритмов.

Первый работает быстрее и отвечает за связь между людьми, получает исходные данные, получает перечень друзей для пользователя и для каждого человека из списка, а так же проверяет каждого человека на принадлежность перечню всех друзей.

Второй же алгоритм нужен для визуализации, он получает перечень друзей для пользователя и для друга первого порядка, а затем связываем их с начальным пользователем в граф.

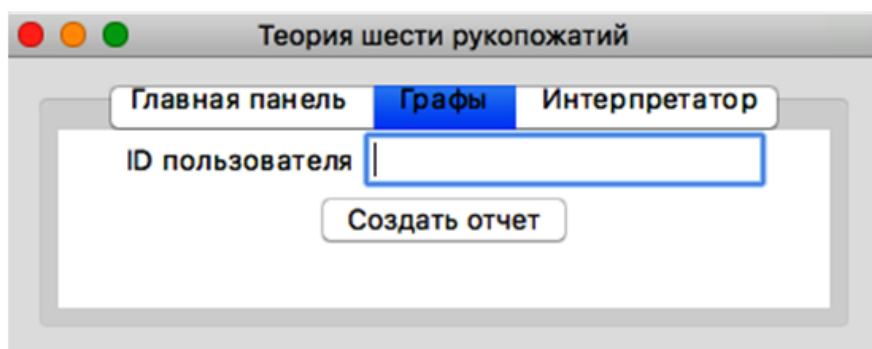


Рисунок 2. Окно приложения для построения графа друзей

В проекте используется библиотека Tkinter для создания графического интерфейса. Данная библиотека отличается простотой использования и

кроссплатформенностью, что гарантирует одинаковое отображение интерфейса под любой операционной системой.

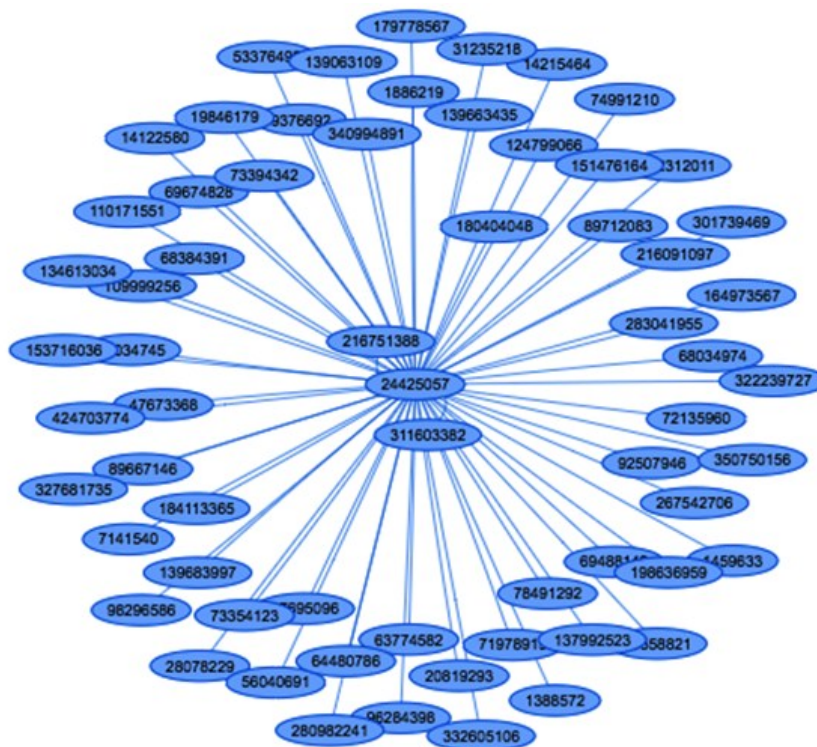


Рисунок 3. Сгенерированный граф друзей

Приложение несёт в себе развлекательную и научную деятельность. С её помощью можно не только узнать через каких людей люди знакомы друг с другом, но и вести изучение взаимоотношений и статистику социальных взаимодействий.

В программе присутствуют недоработки, так как она находится на начальном этапе развития, но она уже является неплохим прототипом. Так же имеются дальнейшие идеи по развитию программы.

Список литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных. — Перевод с английского. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 482 с.
2. Касьянов В. Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 1104 с.
3. Ю. Филимонов, С. А. Цатурян. Социальные сети как инновационный механизм «мягкого» воздействия и управления массовым сознанием // «Политика и общество». — М.: Nota Bene, 2012. — 65 с.

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО СПОСОБА ИЗМЕРЕНИЯ КРЕНА ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБЪЕКТА

Ляписов Дмитрий Сергеевич

*студент, Донской государственный технический университет,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Кирильчик Лариса Федоровна

*научный руководитель, доцент,
Донской государственный технический университет,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Для обеспечения стабильной работы сооружение должно быть устойчивым, т.е. сохранять в установленных пределах первоначальное (проектное) положение.

Однако, вследствие конструктивных особенностей, влияния различных природных и техногенных факторов сооружения подвержены различного вида деформациям, характеризуемым изменением как его пространственного положения, так и взаимного положения различных частей и элементов.

Деформации приводят к нарушению прочности строительных конструкций, запроектированных условий эксплуатации технологического оборудования и вызывать опасные разрушения сооружений [4].

Природные факторы, вызывающие большинство деформаций, связаны в основном с инженерно-геологическими и гидрологическими процессами в толще грунтов и горных пород, используемых в качестве основания сооружения. К ним относятся подвижки земной поверхности в районе разрывных тектонических смещений, склоновые и карстовые процессы (оползни, обвалы), просадки – коренные изменения структуры грунтов и горных пород под действием собственного веса грунта и его замачивание, изменение гидротермических условий, связанных с сезонными и многолетними колебаниями температуры, влажности и уровня грунтовых вод, аномальных осадков.

Основными техногенными факторами являются влияние на грунты давления от массы здания или сооружения, изменение несущих свойств грунтов искусственным повышением или понижением уровня грунтовых вод, смещения грунтов над подземными выработками, вибрация фундаментов сооружения в связи с работой различных агрегатов, механизмов, движением транспорта и другими воздействиями, изменение давления на основание, вызванное возведением рядом новых сооружений [4].

На деформации сооружения влияют форма, размеры и жесткость строительных конструкций и фундамента, распределение статических и динамических нагрузок внутри сооружения.

Причиной деформации могут быть боковое давление грунта, ветра, воды, солнечный неравномерный нагрев и др.

Для изучения деформаций в характерных местах здания фиксируют точки и определяют их изменения пространственного положения за выбранный интервал времени относительно принятого начального положения и начала счета времени.

Оценку состояния и устойчивости сооружения производят на основе анализа величин полученных изменений (деформаций).

Одним из видов деформаций является крен здания или сооружения.

Крен является наиболее характерным показателем совместной деформации сооружения башенного типа и его основания.

В таких сооружениях, обладающих повышенной чувствительностью к деформациям грунтов основания, крен вызывает развитие дополнительного момента, который в свою очередь способствует увеличению крена и может привести к потере устойчивости сооружения.

Поэтому в проектах высоких сооружений предусматривается наряду с наблюдениями за осадками оснований и фундаментов проведение натуральных измерений кренов как в процессе строительства, так и особенно в процессе эксплуатации [1].

К настоящему времени разработано немало способов решения указанной задачи, о чем свидетельствуют многочисленные публикации.

В практике возникают ситуации, требующие качественных профессиональных навыков от исполнителя геодезических работ – геодезиста и составления плана геодезических работ с учетом особенностей данного объекта.

Существует большое количество способов как оптических, так и механических для определения деформаций зданий в том числе крена здания или сооружения.

В связи с этим, компетентность геодезиста становится важной проблемой для решения той или иной геодезической задачи.

Геодезист должен ясно понимать какой способ подойдет в той или иной ситуации, он должен учитывать финансово-экономическую составляющую, практическую возможность выполнения работ выбранным способом, учитывать точностные характеристики и наличие соответствующих приборов, учитывать визуальное состояние здания и возможность регулярного обследования, для выявления динамики процесса разрушения и деформаций.

Список литературы:

1. Жуков Б.Н. Геодезический контроль сооружений и оборудования промышленных предприятий: Монография. – Новосибирск: СГГА, 2003. – 356 с
2. Кирильчик, Л.Ф. Обследование аварийных зданий и сооружений: учебное пособие / Л.Ф. Кирильчик, Г.А. Науменко, И.Ю. Пимшин– Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2013. – 97 с. с прил.
3. Методика мониторинга состояния несущих конструкций зданий и сооружений: офиц. Текст. – М: МЧС РОССИИ, 2008.
4. Шпунтовые ограждения по технологии «стена в грунте»
5. Архипова В.Э. – студент группы 8С-61, Носков И.В. – к.т.н., доцент. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

АНАЛИЗ ПОПУЛЯРНЫХ СЕТЕЙ, ПОСТРОЕННЫХ НА ТЕХНОЛОГИИ LPWAN

Миколюк Анастасия Юрьевна

*Студент ДВФУ,
РФ, г. Владивосток*

Друзь Евгения Игоревна

*студент ДВФУ,
РФ, г. Владивосток*

Аннотация. В данной статье приведён обзор и сравнение беспроводных сетей, созданных на базе LPWAN-технологий. Обнаружены фактические и заявленные разработчиками характеристики международных стандартов LoRaWan и Sigfox, а также «СТРИЖ» от российской компании. Они являются активно развивающимися LPWAN-технологиями не лицензируемого частотного спектра. Использовался метод сравнения параметров каждой из технологий LPWAN на основе зарубежной и отечественной литературы, научных статей и публикаций. Приведён сравнительный анализ реальных и заявленных разработчиками параметров технологий. Сравнительный анализ позволяет выявить более эффективные технологии сети LPWAN.

Введение:

В последнее время для беспроводных технологий характерен поиск решений по сокращению энергопотребления и увеличения дальности передачи. В результате таких поисков была создана LPWAN-технология. Так что же представляет собой LPWAN? LPWAN – это беспроводная технология, разработанная для распределённых сетей телеметрии, межмашинного взаимодействия и интернета вещей. [1] В основе LPWAN-технологии лежит свойство радиосистем – увеличения энергетика. При уменьшении битовой скорости передачи, имеется возможность вложить больше энергии в каждый бит, что позволит легче выделить его на фоне шумов в приёмной части системы. Таким образом, уменьшая скорость передачи, увеличивается дальность приёма. [2]

Стоит отметить, что LPWAN является одной из беспроводных технологий, обеспечивающих среду сбора данных с различного оборудования: датчиков, счётчиков и сенсоров.

Структура связи LPWAN-технологии: с модема или с устройства передаются данные по радиоканалу на базовую станцию. После принятия станцией сигнала со всех устройств, расположенных в радиусе действия, отцифровывает и передаёт на удалённый сервер. Сервер использует полученные данные для отображения, анализа, построения отчетов и принятия решений. Для передачи обычно используют не лицензируемый спектр частот, разрешенных к свободному использованию в регионе построения сети: 2,4 ГГц, 868/915 МГц, 433 МГц, 169 МГц.[3]

На основе данной разработки созданы сети: «СТРИЖ», LoRaWan, Sigfox, Ingenu, Weightless, ISA-100.11.a, DASH7, Symphony Link, RPMA. В статье будут рассмотрены только популярные из технологий, а именно «СТРИЖ», LoRaWan, Sigfox. В процессе исследования были выявлены как положительные, так и отрицательные стороны и по полученным данным проведено сравнение параметров.

Описание рассматриваемых стандартов

LoRaWan – это беспроводная связь, представляющая собой совокупность шлюзов, соединяющих конечные устройства и через сетевой сервер, сервер приложений. Для данной технологии характерна топология «звезда». [4]

Сеть LoRaWan появилась сравнительно недавно, а точнее была запатентована в 2008 году компанией Cycleo (Франция) и с тех пор постоянно развивается. В настоящий момент — сетью владеет Semtech (США), и это довольно-таки распространенный бренд на рынке беспроводных технологий. [5] Разберёмся в стандарте подробнее.

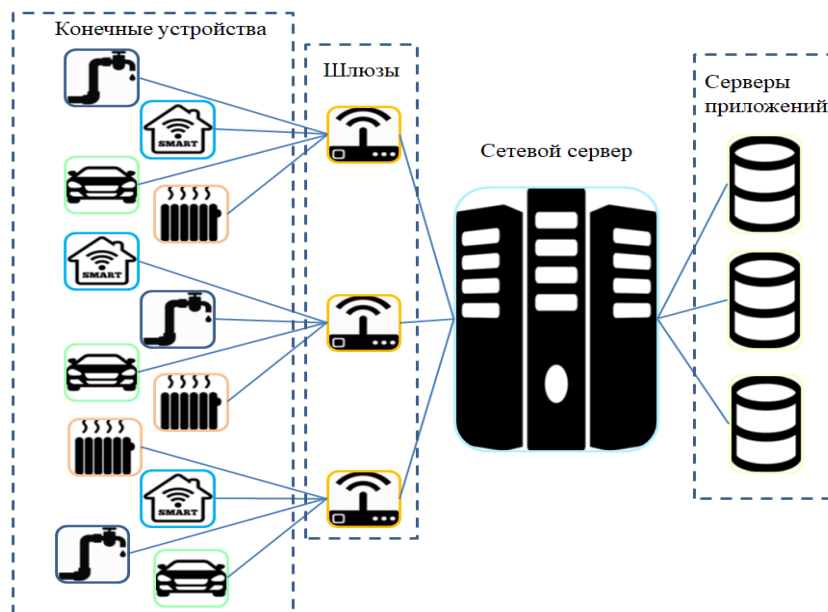


Рисунок 1. Структурная схема сети LoRaWAN

В LoRaWAN данные кодируются широкополосными ЛЧМ – импульсами с частотой, увеличивающейся или уменьшающейся на некотором временном интервале. [6] А это имеет свои плюсы, например, такой, как повышение чувствительности приёмника. Основным достоинством частотной модуляции является высокая помехозащищённость. Её можно достичь за счёт того, что шумы в радиотракте, в основном, оказывают влияние на амплитуду сигнала, а не на его частоту. Однако, у частотной модуляции имеется существенный недостаток в виде большой ширины спектра, что значительно снижает пропускную способность канала связи.

В 2014 году российские производители компании «СТРИЖ» разработали одноименную технологию. В «СТРИЖ» используется узкополосная модуляция. По данным компании, такой вид модуляции позволяет наиболее эффективно использовать полосу спектра, увеличить чувствительность и энергоэффективность, а также снизить стоимость. Из-за того, что оконечные устройства и базовые станции лежат в не лицензированном диапазоне, где в эфир выходят множество устройств из других сетей, то возникает необходимость в защите от помех и коллизий. Коллизия – это наложение сигналов.

Для того чтобы устранить их «СТРИЖ» использует сверхузкополосный сигнал и специальные алгоритмы приема-передачи:

- планирование сеансов связи: алгоритм приема-передачи, зашитый в самом устройстве и базовой станции;
- Обеспечивается помехоустойчивость за счет узкополосного сигнала.
- математические методы и CRC-проверки, позволяющие существенно повысить вероятность корректной доставки.

Передаваемый устройством сигнал в полосе 100 Гц, и высокая энергетика на каждый бит передаваемой информации и высокий показатель чувствительности приемника, обеспечивают хороший бюджет канала связи в 174 дБм и высокую помехоустойчивость.[7]

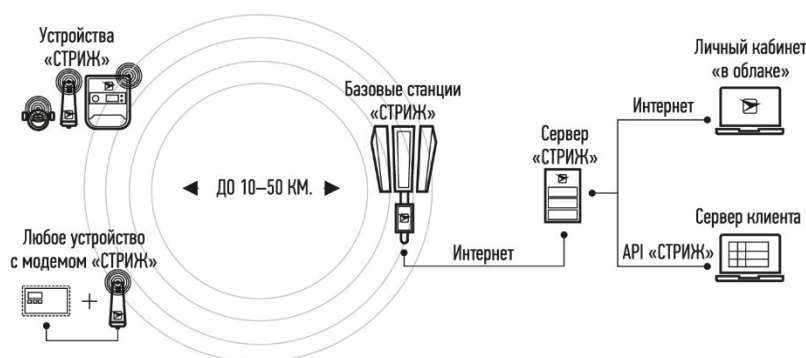


Рисунок 2. Структурная схема сети «СТРИЖ»

Компания производящая «СТРИЖ» также занимается приборами учета для ЖКХ, вследствие чего большинство устройств уже оборудованы возможностью передачи данных и управления ими по беспроводной сети. Все данные от счетчиков обрабатываются в фирменном облачном сервере, после чего передаются пользователю. Технология в данный момент распространена только в России и странах СНГ. У разработки есть свои плюсы и минусы.

Теперь рассмотрим технологию Sigfox. Она была разработана в 2009 году французской компанией с соответствующим названием. Технология распространена, но в России пока её нет. Sigfox часто используют для создания умных технологий.

Политика компании не предусматривает разглашение спецификаций, поэтому в открытом доступе информации нет. Однако известно, что SigFox для подключения удаленных устройств к шлюзам используется сигнал узкого спектра. SigFox работает с частотами 868 МГц, на которых спектр разделён на 400 каналов по 100 Гц. По утверждению компании шлюз может обслуживать до миллиона устройств в радиусе 3-10 км в городе. Sigfox заявляет, что из-за того что конечные устройства подчинены строгим циклам, технология имеет малые энергозатраты. Особенность состоит в том, что, когда оконечному устройству нужно что-то передать, интерфейс схем SigFox приводится в активное состояние, и сообщение передаётся по каналу связи “вверх” от оконечного устройства; затем, это устройство “слушает” эфир на протяжении непродолжительного отрезка времени на тот случай, если было отправлено сообщение на оконечное устройство по каналу связи “вниз”. Другими словами, трафик “вниз” поддерживается благодаря тому, что оконечное устройство активно отправляет данные на шлюз. Такая особенность работы делает SigFox довольно интересным выбором для сбора информации, но, в то же время, менее удобным для сценариев, где необходимо постоянно контролировать устройства и давать им команды.



Рисунок 3. Структурная схема сети Sigfox

Сравнительный анализ стандартов

В кратком обзоре были рассмотрены технические подробности интересующих нас сетей. Однако для выявления лучшей стоит сделать сравнение по наиболее важным параметрам.

Теперь определимся с параметрами, по которым будем сравнивать системы. Так как технология LPWAN разрабатывалась для создания энергоэффективных и обладающих большой дальностью действия устройств, то именно энергопотребление и дальность будут основными характеристиками.

Для любой сети важно то, с какой скоростью передается информация, помехоустойчивость, время автономной работы, поэтому в сравнительный анализ будут добавлены и эти параметры. Также стоит учесть тот факт, что компании не всегда разглашают достоверную информацию, поэтому для начала сравним данные предоставляемые разработчиками, а после уже ту информацию, которую, предоставляют люди, работавшие с технологиями. В таблице ниже будут те факты, которые известны от разработчиков.

Таблица 1.

Сравнительная таблица по данным от разработчиков [8],[9],[10]

Технология		LoRaWAN	«СТРИЖ»	Sigfox
Дальность	Поле	До 30 км	До 50 км	30-50 км
	Город	3-5км	3-10км	3-10км
Энергопотребление		Сон – 200 нА, Работа – 40мА	Сон – 10 мкА, Работа – 50мА	Сон – 350 нА, Работа – 10мА
Скорость передачи данных		0,3-50 кбит/с	50 бит/сек	100 бит/сек
Помехоустойчивость		Высокая	Высокая	Высокая
Время автономной работы		от батареи ~10 лет	10 лет от встроенной батареи	От двух батареек АА в течение 20 лет

По результатам, приведенных данных лидером по своим качествам является Sigfox. Но теперь посмотрим ту информацию, которая предоставлена пользователями.

В 2016 году в России, городе Пермь проводился эксперимент по определению зоны покрытия базовой станции сети LoRaWAN в условиях городской и промышленной застройки. Инициаторами эксперимента были компании Lase и AURORA Mobile Technologies. Эксперимент проводился следующим образом: базовую станцию установили на высоте 16 м. и постепенно удалялись от неё до того момента пока сигнал не пропадал. В

результате все точки установки оборудования были определены в пределах 3-3,5 км. [11]

Таблица 2.

Сравнительная таблица по данным от пользователей [11], [12], [13], [14], [15]

Технология		LoRaWAN	«СТРИЖ»	Sigfox
Параметры	Поле	30 км	15-20 км	15-20 км
	Город	До 3 – 3,5 км	1-3 км	1-3 км
Скорость передачи данных		До 50 бит/с	До 50 бит/с	100бит/с
Помехоустойчивость		средняя	Высокая	низкая
Время автономной работы		от 3,7 до 11,2 лет	До 5 лет минимум	До 5 лет минимум

Заключение

Из рассмотренных выше данных можно сделать вывод о том, что наиболее приемлемыми параметрами обладают Sigfox и LoRaWAN, но принимая во внимание тот факт, что на российском рынке Sigfox не представлен, Лучшей имеющийся технологией в сфере LPWAN можно считать LoRaWAN.

Список литературы:

1. LPWAN [Электронный ресурс] // Википедия 2019 г. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LPWAN> (дата обращения: 28.02.2019).
2. Обзор технологий non-cellular LPWAN [Электронный ресурс] // iTechinfo 2018 г. URL: <https://itechinfo.ru/node/90> (дата обращения: 28.02.2019).
3. LPWAN [Электронный ресурс] // WikiModern 2017 г. URL: <https://infosphere.top/вики/LPWAN/> (дата обращения: 29.02.2019).
4. Обзор технологии LoRa [Электронный ресурс] // iTechinfo 2018 г. URL: 2019 г. <https://itechinfo.ru/node/46> (дата обращения: 28.02.2019).
5. 10 мифов о LoRaWAN [Электронный ресурс] // iot.ru 2018 URL: <https://iot.ru/promyshlennost/10-mifov-o-lorawan> (дата обращения: 28.02.2019).
6. Руководство разработчика LoRa-модемов SX1272 /3/6/7/8 компании Semtech (2014) [Электронный ресурс] // quest совершенство технологий URL: <http://www.icquest.ru/?id=63§ion=4> (дата обращения: 28.02.2019).
7. Сравнение LPWAN-технологий: XNB от «СТРИЖ» и NB-IoT [Электронный ресурс] // СТРИЖ URL: <https://strij.tech/publications/tehnologiya/lpwan-xnb-nbiot.html> (дата обращения: 28.02.2019).

8. © 2016 LoRa Alliance LoRaWAN Specification [Спецификация] // Спецификация LoRaWAN.1-70 URL: https://lora-alliance.org/sites/default/files/2018-05/lorawan1_0_2-20161012_1398_1.pdf (дата обращения: 28.02.2019).
9. SigFox [Электронный ресурс] // iot.ru URL: <https://iot.ru/wiki/sigfox> (дата обращения: 28.02.2019).
10. Олег Гусев Эксперимент по созданию системы мониторинга хозяйственных объектов с использованием LoRaWAN URL: http://www.auroramobile.ru/userfiles/files/LoRaWAN_eksperiment.pdf
11. Опыт использования LoRaWAN в системе АСКУЭ в реальных городских условиях [Электронный ресурс] // habr Юрий Мкртумян URL: <https://habr.com/ru/post/419665/>
12. Lauridsen M. et al. Coverage Comparison of GPRS, NB-IoT, LoRa, and SigFox in a 7800 km² Area //2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring). – IEEE, 2017. – С. 1-5.
13. Lauridsen M. et al. Interference measurements in the European 868 MHz ISM band with focus on LoRa and SigFox //2017 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC). – IEEE, 2017. – С. 1-6
14. Vejlgard B. et al. Coverage and capacity analysis of sigfox, lora, gprs, and nb-iot //2017 IEEE 85th vehicular technology conference (VTC Spring). – IEEE, 2017. – С. 1-5.
15. Связь в интернете вещей: LoRa против UNB. Часть 1: физика [Электронный ресурс] // habr Олег Артамонов URL: <https://m.habr.com/ru/post/396869/>

УСТРОЙСТВО БЕЗОПАСНОСТИ ОТ КАРНИЗНЫХ СОСУЛЕК И ОБРУШЕНИЯ КОЗЫРЬКОВ ВХОДНЫХ ДВЕРЕЙ ОТ НАЛЕДИ

Соколов Артём Евгеньевич
*студент ННГУ им. Алексеева,
РФ, г. Дзержинск*

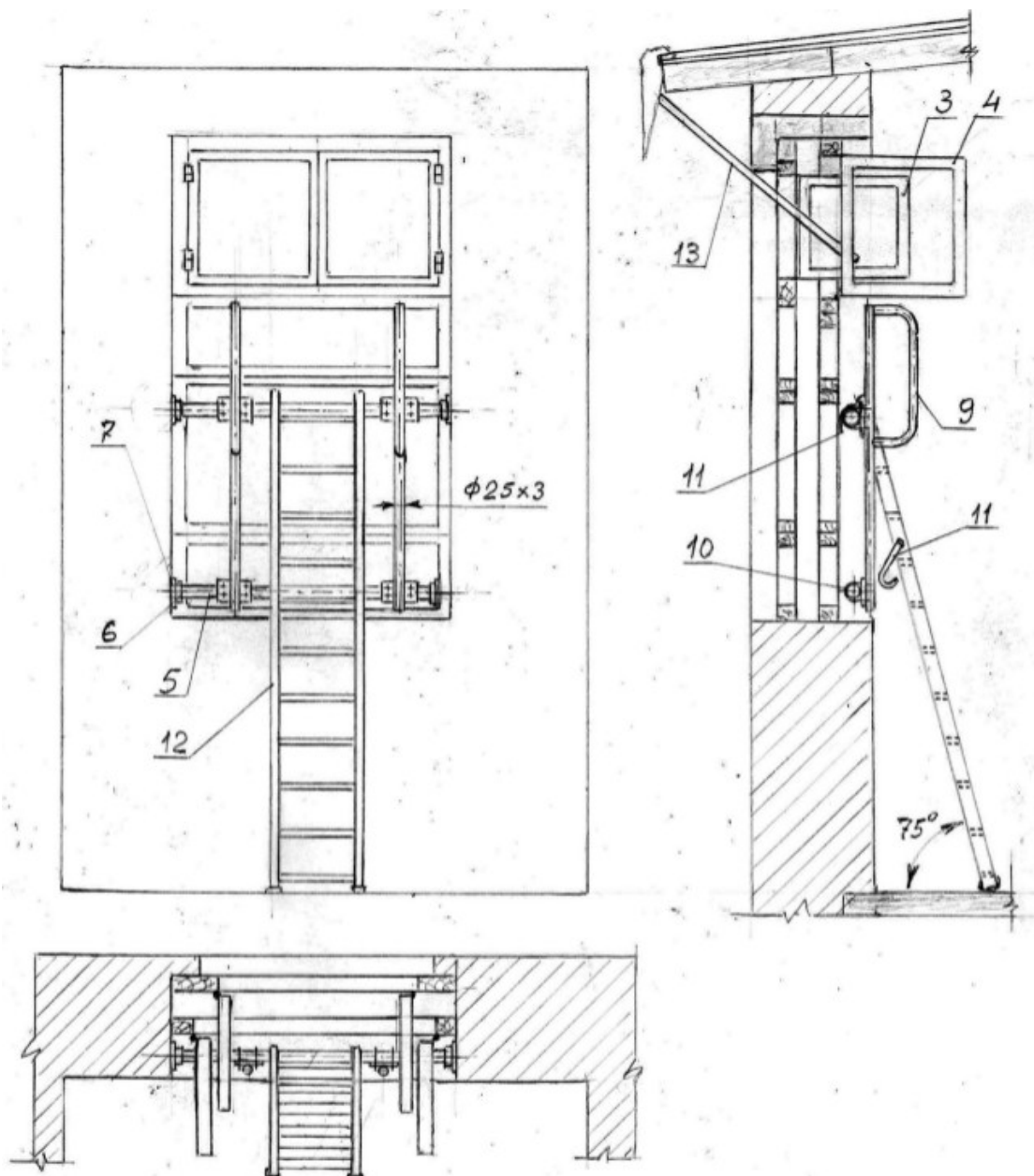
Крыскин Павел Иванович
*научный руководитель, инженер – конструктор,
РФ, г. Дзержинск*

В зимний период на выступающих участках фасада здания, на карнизах, отливах, козырьках балконов, краях крыши образуются сосульки, что представляет угрозу для проживающих в домах людей. Ежегодно в крупных городах по всему миру жертвами сосулек становятся от 0,5 до 2 тысяч человек. А бывает, что сосульки срываются вместе с частью кровельного покрытия, обрывают водостоки и доставляют массу других неприятностей.

На сегодняшний день придумано множество способов их удаления с кровель. Традиционно сосульки сбивают либо с помощью автовышки, но не всегда есть возможность подъехать к нужному месту, либо поднявшись на крышу и долбя топором, от чего страдает кровля.

Мы предлагаем своё решение проблемы – использовать существующие оконные проёмы подъездов. Для этого необходимо заменить оконные вставки вверху оконного блока. Наружную (3) и внутреннюю (4) вставки выполнить с двумя вертикальными створками, открывающимися во внутрь помещения, створки наружных вставок должны открываться свободно во внутренние.

На боковых стенках оконного проёма жёстко установить две горизонтальные вставки (5) (стальная труба диаметром 57х3,5 мм.). На которых устанавливаются две подвижные обоймы. В стенах проёма заделывают дюпелями (6) кронштейны (7). На штангах (5) посредством хомутов (10) устанавливаются вертикальные ручки (9) (специальная труба диаметром 25х3 мм.).



Обслуживание вставок оконного проёма осуществляется посредством переносной лестницы – стремянки (12) высотой 2,2 м. (готовое покупное изделие). На лестнице выполнить по два зацепа (11) сверху для установки в рабочее положение и по середине для установки в нерабочее положение. Лестница используется как переносной инструмент обслуживания подъездов.

Сосульки сбивать сосулькосбивателем (13) (например: деревянный стержень диаметром 30-40 мм. длиной 1,5-2 м.).

В оконном проёме над козырьком необходимо заменить оконные вставки – наружную (1) и внутреннюю (2) с двумя вертикальными створками, открывающимися вовнутрь.

АЛГОРИТМЫ ШИФРОВАНИЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С НЕДОВЕРЕННЫМИ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ А-СЕТИ

Стогова Ксения Викторовна

*магистрант, Московский технический университет связи и информатики,
РФ, г. Москва*

В современной авионике не обеспечена требуемая защита передачи данных. Сведения о нахождении воздушных судов (ВС), траекториях их полётов и бортовые номера передаются в незашифрованном виде.

Такой подход разрабатывался с расчётом на то, что эти сведения будут получать только авиационные станции и ВС, но в следствии большого технологического прогресса перехват информации с помощью приёмной аппаратуры стал более доступным, что позволяет злоумышленникам без труда получить нужную им информацию.

На смену существующей технологии Автоматического зависимого наблюдения-вещания (АЗН-В) на основе технологии 1090 ES предлагается линия передачи данных (ЛПД) VDL Mode 4 [1], в которой будут использоваться криптографические методы защиты. При этом использование двухключевых алгоритмов криптозащиты позволяет не только обеспечить конфиденциальность, но и производить аутентификацию отправителя [4].

Для этого подхода условно разделим воздушные суда на две группы: доверенные и недоверенные. Из-за сложности обеспечения связи «точка-точка» для всех судов, находящихся в зоне радиодоступа, предлагается использовать радиовещательный режим внутри доверенной группы ВС.

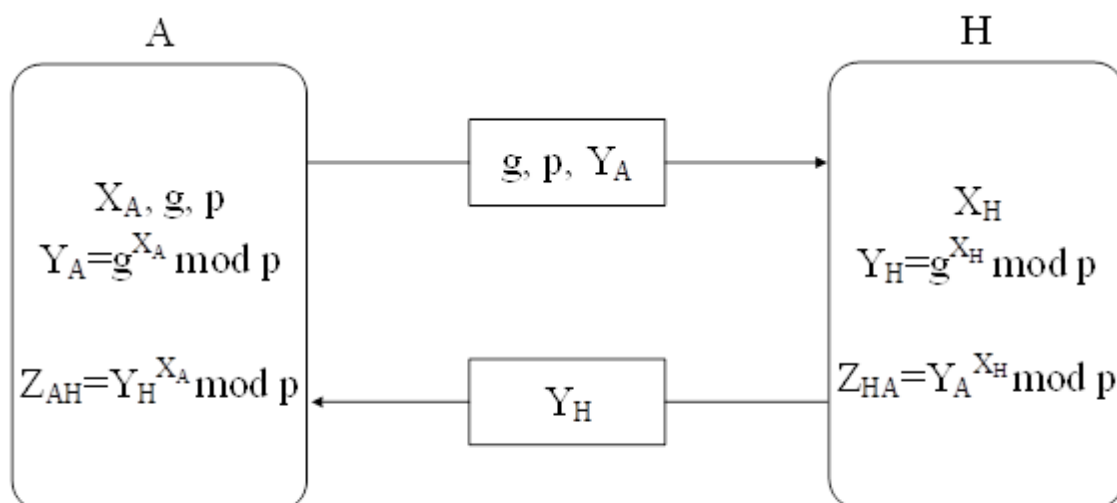
Для того, чтобы обеспечить конфиденциальность информации, её нужно передавать в зашифрованном виде, а каждое доверенное судно снабдить общим ключом шифрования [3].

Способ взаимодействия «точка-точка» предлагается с недоверенными судами следующим способом.

Одно из доверенных судов организует связь с недоверенным. Взаимодействие с недоверенным судном также должно быть обеспечено

криптографическими методами защиты. Для получения ключа шифрования предлагается использовать алгоритм Диффи-Хеллмана.

Суть алгоритма Диффи-Хеллмана заключается в следующем [2]. Рассмотрим систему связи на примере абонентов А и Н (рисунок 1). У каждого абонента есть секретная и открытая информация. Для организации этой системы выбирается большое простое число p и некоторое число g , $1 < g < p - 1$, такое, что все числа из множества $\{1, 2, \dots, p - 1\}$ могут быть представлены как различные степени $g \bmod p$. Числа g и p являются открытой информацией и могут быть либо заранее известны абонентам, либо быть переданными от одного абонента к другому.



$$Z = Z_{AH} = Y_H^{X_A} \bmod p = (g^{X_H})^{X_A} \bmod p = g^{X_H X_A} \bmod p = (g^{X_A})^{X_H} \bmod p = Y_A^{X_H} \bmod p = Z_{HA}$$

Рисунок 1. Алгоритм Диффи-Хеллмана

В качестве закрытой информации у абонентов есть некоторые большие числа (X_A, X_H), которые являются закрытыми ключами.

Каждый абонент вычисляет открытый ключ (Y_A, Y_H), возводя число g в степень, равную закрытому ключу, по модулю p , и передаёт другому абоненту. После получения открытого ключа Y_H абонент А возводит данный ключ в степень X_A по модулю p , получая число Z_{AH} , абонент Н делает аналогичную операцию и получает число Z_{HA} . В результате этих операций абоненты А и Н

получают одно и то же число Z ($Z = Z_{АН} = Z_{НА}$), которое и будет использовано в качестве ключа шифрования в симметричном алгоритме. Используемая операция взятия по модулю является односторонней функцией, благодаря чему нахождение закрытого ключа по известному открытому ключу абонентов приходится выполнять перебором и при больших числах становится крайне затратным по времени.

Главным преимуществом данного алгоритма является то, что его использование возможно даже с неизвестным ранее абонентом. Не смотря на то, что вся информация передаётся по открытым каналам связи, процесс вычисления общего ключа третьим лицом будет крайне затратным по времени, вследствие чего потеряет свою актуальность.

После нахождения ключа шифрования доверенное ВС может передавать информацию недоверенному ВС с помощью симметричного алгоритма шифрования. В качестве такого алгоритма предлагается использовать International Data Encryption Algorithm (IDEA) [5].

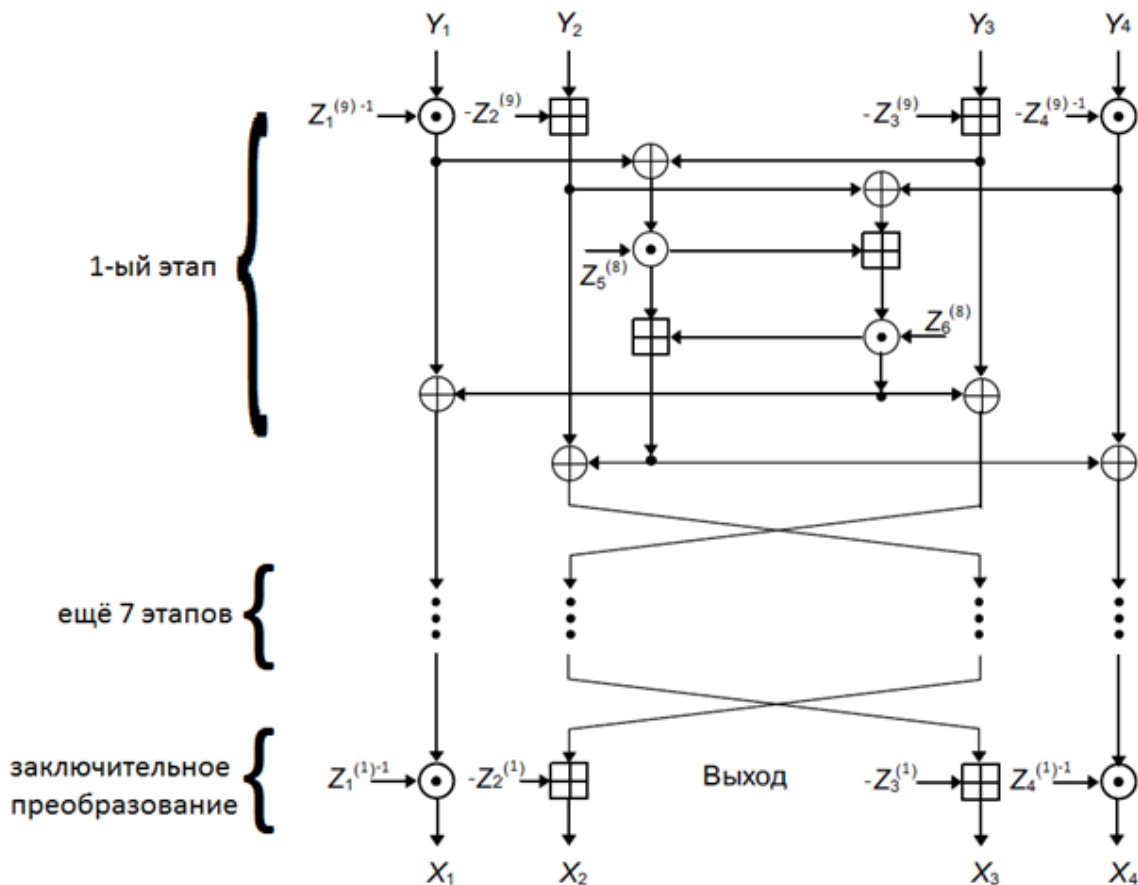


Рисунок 2. Схема дешифрования алгоритма IDEA

IDEA использует 128-битный ключ и 64-битный размер блока. Открытый текст разбивается на блоки по 64 бит, каждый блок делится на 4 подблока по 16 бит. Все четыре подблока становятся входными данными для первого этапа. Всего в алгоритме 8 этапов. В каждый этап входит одно из следующих преобразований: операция XOR, сложение по модулю 2^{16} , умножение по модулю $2^{16}+1$ 16-битовых подблоков при условии, что нулевой блок соответствует 2^{16} . После восьми этапов выполняется заключительное преобразование. В свою очередь 128-битный ключ разбивается на 8 16-битовых подключей. Они используются для первого и второго этапов. Затем ключ циклически сдвигается на 25 битов и снова делится на 8 подключей, которые используются для следующих этапов. Шифрование и дешифрование в IDEA выполняются по аналогии, разницей в этих операциях являются используемые в этапах ключи.

Данный алгоритм был создан в результате небольших изменений в существовавшем до этого алгоритме PES, но такие модификации привели к резкому увеличению криптостойкости. В IDEA не было выявлено алгебраических или линейных слабостей. Попытки взлома, кроме как перебором всех вариантов ключей, не увенчались успехом.

Список литературы:

1. Manual on VHF Digital Link (VDL) Mode 4 – ICAO Doc 9816 AN/448, First Edition, 2004. 406 p.
2. Рябко Б.Я. Криптографические методы защиты информации: Учебное пособие / Б.Я. Рябко, А.Н. Фионов.– М.: Горячая линия–Телеком, 2005.– 229с.
3. Шаврин, С.С. Защита информации в многоканальных телекоммуникационных системах. Часть 1. Учебное пособие / С.С. Шаврин.– М.: МТУСИ, 2002. – 62с.
4. Шаврин С.С. Реализация базовых операций защиты информации на сигнальных процессорах. Ч.2: Учебное пособие / С.С. Шаврин.– М.: МТУСИ, 2016.– 42с.
5. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке С. / Б. Шнайер.– 2-е издание. М.: ТРИУМФ, 2003.– 610с.

СЕКЦИЯ 2. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Щеглова Наталья Игоревна
студент, Российский технологический университет,
РФ, г. Москва

Искусственный интеллект (ИИ), как раздел технической кибернетики, ведёт свою историю с конца 40-х годов прошлого века.

За это время ключевые концепции этого научного направления менялись чуть ли не каждые 10 лет, принося то восторг ожидания наступления чуда искусственного разума, описанного в многочисленных фантастических произведениях, то горечь разочарования от соотношения затраченных ресурсов и полученного результата.

При этом в исследованиях по ИИ всегда выделялись две равнозначные цели.

Одна цель, которую обычно принято называть эвристической или информационной, состоит в построении систем, с помощью которых можно было бы автоматизировать такие виды деятельности человека, которые принято считать интеллектуальными.

Конструкция таких систем, их принцип действия совершенно не важен.

Делают системы ИИ это так, как человек, или как-то по-другому, значения не имеет. Исследователям в этом абсолютно не интересно. Главное тут обеспечить тот же результат при решении задачи, что получает живой человеческий интеллект.

Вторая цель, обычно её называют бионической, направлена на создание систем ИИ, для объяснения процессов, реально существующих в системах живых существ. И тут главное корректно и достоверно моделировать/имитировать сам процесс, в интересах постижения «механики»

этих процессов. Сможем мы с помощью таких систем ИИ решить реальные прикладные задачи не столь важно. Однако существует ряд методов в сфере систем ИИ, которые неплохо решают задачи по достижению этих двух целей.

Один из таких методов - это генетические алгоритмы (ГА).

Теория эволюции Дарвина была изложена в 1859 г. в работе «Происхождение видов путем естественного отбора». Она рассматривает изменение популяции (т.е. большого количества особей одного вида, способных давать плодовитое потомство) во внешней среде. Все члены популяции характеризуются индивидуальными внешними признаками (фенотипом). Некоторые из признаков оказываются полезными для выживания и размножения, другие же бесполезны или даже вредят особи, негативно влияя на ее конкурентоспособность. Все признаки у особи кодируются ее цепью ДНК (генотипом). Гены (отдельные участки этой цепи) определяют различные параметры особи.

В основе эволюционной модели по Дарвину лежит индивидуальная внутривидовая изменчивость, которая существует постоянно во всех популяциях. Изменения, которые обеспечивают повышенную выживаемость и благотворно влияют на производство потомков в данной конкретной внешней среде, наследуются (т.е. сохраняются и передаются потомству). Особи, менее адаптированные к среде и не имеющие достаточно полезных признаков, погибают, оставив меньше потомства или не оставив его вовсе (считается, что количество потомства пропорционально степени приспособленности).

Естественный отбор происходит благодаря конкуренции особей за различные ресурсы (например, пища или вода). Также, особи одного вида участвуют в борьбе за привлечение брачного партнера. Особи, которые более приспособлены к условиям обитания, проживут дольше и создадут более плодовитое потомство. Это означает, что признаками, которыми обладают высоко адаптированные особи, будет обладать с каждым поколением все большее количество потомков. Некоторые потомки будут сочетать в себе такие части ДНК, которые отвечают за наиболее полезные качества родителей, и, тем

самым, окажутся еще более приспособленными. Так, генотип слабо приспособленных особей с большой вероятностью постепенно исчезнет из генофонда популяции.

Иногда происходят случайные изменения, называемые мутациями: некоторый произвольный нуклеотид цепи особи может измениться на другой или же нуклеотиды могут поменяться местами. Далее, при использовании полученной цепи для создания потомства, данные изменения могут привести к появлению у потомков совершенно новых качеств. Естественный отбор, скрещивание (кроссинговер) и мутация обеспечивают полезное изменение (развитие) популяции. Благодаря вышеперечисленным процессам каждое новое поколение более приспособлено, чем предшествующее, т.е. оно более адаптировано требованиям внешней среды. Именно такой процесс и называется эволюцией. ГА моделируют эволюционный процесс и применяются для решения задач оптимизации многопараметрической функции.

Дарвин выявил основной механизм развития: отбор и изменчивость. Далеко не всегда специфические особенности развития через изменчивость и отбор абсолютно бесспорны, однако, главные механизмы объясняют невероятно широкий круг явлений, наблюдаемых в Природе. Именно поэтому ученые заинтересовались теорией эволюции, а точнее ее реализацией на компьютере, для решения тех или иных задач.

Учёных привлекала возможность наделения вычислительной системы простыми механизмами отбора и изменчивости. Из-за этих механизмов данная система могла бы работать аналогично законам эволюции, которые наблюдаются в природных системах. После предложенной системы начинают появляться другие вычислительные системы, учитывающие принципы естественного отбора.

История создания и активного использования генетических алгоритмов началась с создания нескольких независимых моделей. Так, в 70-ых годах Растрингин Л. А. предложил алгоритмы, в которых учитывались идеи бионического поведения особей. Эти идеи развивались Букатовой И. Л. в цикле

работ по эволюционному моделированию. Советским и российским математиком Неймарком Ю. И. была предложена методика осуществления поиска глобального экстремума, базирующийся на основе коллектива независимых автоматов, которые моделировали различные процессы развития особей, а также их элиминации. Далее Букатова И.Л. развила эти идеи в цикле работ по эволюционному моделированию. Советский и российский математик Неймарк Ю.И. предложил осуществлять поиск глобального экстремума на основе коллектива независимых автоматов, моделирующих процессы развития и элиминации особей. Немалый вклад в появление и развитие генетических алгоритмов внес американский ученый Лоуренс Дж. Фогель, который представил Конгрессу США доклад на тему эволюционного программирования. В 1964 году немецким ученым Инго Рехенбергом была разработана идея эволюционных стратегий, а в 1965 году опубликована статья «Путь кибернетического решения экспериментальной проблемы». Его идеи были развиты Ханс–Полом Швэфелом. Наконец, в 1975 году вышла книга американского ученого Джона Холланда «Адаптация в естественных и искусственных системах» («Adaptation in Natural and Artificial Systems»), в которой были даны теоретические основы генетических алгоритмов. Несмотря на разницу в подходах, каждый из ученых внес большой вклад, изучив ряд принципов, существующих в природе, и упростив их до такой степени, чтобы их можно было реализовать на компьютере.

Именно благодаря открытиям последних лет нам известны все основные механизмы эволюции, связанные с генетическим наследованием. Принципы и идея этих механизмов достаточно просты и действительно эффективны. Поразительно, но элементарная реализация принципов эволюции на компьютере помогает решить многие практические задачи. Такие модели получили название “генетические алгоритмы” и уже широко применяются в различных сферах.

Генетические алгоритмы работают с популяцией, т.е. совокупностью особей, где каждая особь - возможное решение данной задачи. Происходит

оценка приспособленности особи, посредством проверки того, насколько «хорошо» соответствующее ей решение задачи. Если проводить параллель с природой, то это то же самое, что и оценка того, насколько эффективен организм при конкуренции за ресурсы. Наиболее адаптированные особи получают возможность «воспроизводить» потомство с другими особями популяции. Благодаря «перекрестному скрещиванию» появляются новые особи, которые имеют некоторые характеристики, от обоих родителей. Плохо приспособленные особи с меньшей вероятностью смогут воспроизвести потомков, поэтому те признаки, которыми они обладали, будут постепенно пропадать из популяции. Иногда происходят мутации, или спонтанные изменения в генах.

Таким образом, из поколения в поколение, полезные признаки распространяются по всей популяции, а плохие постепенно исчезают. Благодаря скрещиванию наиболее приспособленных особей, наследуются более перспективные участки пространства поиска. В конце концов, популяция будет сходиться к оптимальному решению задачи. ГА находит приблизительные оптимальные решения за достаточно короткое время, что является очевидным преимуществом данного метода.

Вначале ГА-функция генерирует некоторое количество возможных решений (особей), а затем вычисляет для каждого близость к истине (приспособленность). Эти особи дают новые решения (производится операция скрещивания). Более близкие к истине решения имеют больший шанс к воспроизводству, а далекие от истины особи постепенно «вымирают». Таким образом, мы видим, как происходит процесс эволюции. На некоторых этапах данного процесса происходят спонтанные изменения генов (мутации и инверсии). Полезные изменения, делающие особь более приспособленной, сохраняются и особи, обладающие ими, дают свое потомство. Бесполезные же изменения исчезают. После завершения всех процессов (скрещивания, мутаций и инверсий) снова определяется приспособленность особей нового поколения.

Процесс повторяется до тех пор, пока не будет найдено решение или не будет получено достаточное близкое к нему решение.

Когда же следует применять генетический алгоритм? Генетические алгоритмы участвовали в решении многих научных и технических проблем. С помощью них создавались различные вычислительные структуры, например, сети сортировки. Также генетические алгоритмы использовались для создания нейронных сетей или управления роботами. Кроме того их использовали для изображения различных систем, например биологических (экология, иммунология, генетика), социальных (экономика и политические системы) и когнитивных.

В первую очередь, генетические алгоритмы применяют для оптимизации многопараметрических функций. Многие задачи можно представить как поиск оптимального значения, где значение - сложная функция, зависящая от некоторых входных параметров.

В одних случаях требуется найти такие параметры, при которых функция принимает наилучшее точное значение, т.е. точный оптимум. В других же он не нужен, достаточно найти любое решение, лучшее, чем некоторая заданная величина.

В таких случаях, генетические алгоритмы - наиболее удобный и эффективный метод для поиска подходящих значений. Преимущество генетического алгоритма состоит в том, что он способен орудовать одновременно несколькими параметрами. Эта особенность ГА применялась во многих прикладных программах (например, проектирование самолетов, настройка параметров алгоритмов и поиск устойчивых состояний систем нелинейных дифференциальных уравнений). Однако бывают случаи, когда ГА - не самый эффективный способ решения той или иной задачи.

Предположим, есть реальная задача, где необходимо найти оптимальное решение. Как же понять, эффективен ли метод ГА для ее решения? На данный момент не существует точного ответа, однако есть предположение, что если пространство поиска, которое предстоит исследовать, - большое, то ГА может

стать эффективным методом решения данной задачи. Так же, если задача не требует строго нахождения глобального оптимума (т.е. достаточно просто найти приемлемое "хорошее" решение) - ГА будет превосходить другие методы решения, не использующие знания о пространстве поиска.

Если же пространство поиска достаточно маленькое, то метод полного перебора будет более эффективным, в то время, как ГА не будет являться рациональным методом.

ГА может, в данном случае, с большей вероятностью сойтись к локальному оптимуму, а не к глобально лучшему решению. При переборе же можно быть уверенным, что самое лучшее возможное решение будет найдено.

Если о пространстве поиска есть какая-то дополнительная информация, методы поиска, определяемые пространством, часто превосходят большинство методов, включая ГА.

При достаточно сложном рельефе функции приспособленности методы перебора могли бы сойтись к локальному оптимуму. Применяя ГА, с большей вероятностью этого не произойдет, так как они работают с целой "популяцией" решений и эффективно работают на многоэкстремальном ландшафте.

Конечно, такие предположения не могут точно определить, когда ГА будет более эффективным методом поиска, по сравнению с другими методами. То, насколько эффективно ГА зависит от метода кодировки решений, операторов, настроек параметров, частных критериев успеха и т.д.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

ГА – это универсальный метод оптимизации многопараметрических функций, что позволяет решать широкий спектр задач;

ГА имеют огромное количество модификаций и существенно зависят от параметров. Порой незначительное изменение даже одного параметра существенно улучшает результат.

Использование ГА оправдано и эффективно в тех случаях, когда для решаемой задачи нет хорошо формализованного специального алгоритма решения.

ГА не единственный метод оптимизации, созданный на принципах моделирования природных процессов в живых организмах.

Например, искусственные нейронные сети (ИНС), основаны по сути на моделировании физиологических процессов в мозге живого существа. ИНС позволяют решать достаточно широкий спектр задач: распознавание образов, обработка изображений, кластер-анализ, фильтрация и т.д. Область применения ИНС частично пересекается с областью применения ГА.

Важное достоинство ГА является то, что они на множестве примеров показали свою высокую эффективность при решении задач, которые весьма плохо решаются классическими методами.

Список литературы:

1. Дарвин Ч. О происхождении видов путём естественного отбора или сохранении благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь /Ч. Дарвин/ - М.: АН СССР, 1939.
2. Майника Э., «Алгоритмы оптимизации на сетях и графах.» - М.: 1981
3. Ю. Цой. Авторский сайт: <http://www.qai.narod.ru/>
4. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы /Т.В. Панченко/ - Астрахань: издательский дом «Астраханский университет», 2007.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**ТЕХНИЧЕСКИЕ
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ**

*Электронный сборник статей по материалам XIV
студенческой международной научно-практической конференции*

№ 3 (14)
Март 2019 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»
125009, Москва, Георгиевский пер. 1, стр.1, оф. 5
E-mail: mail@nauchforum.ru

16+

