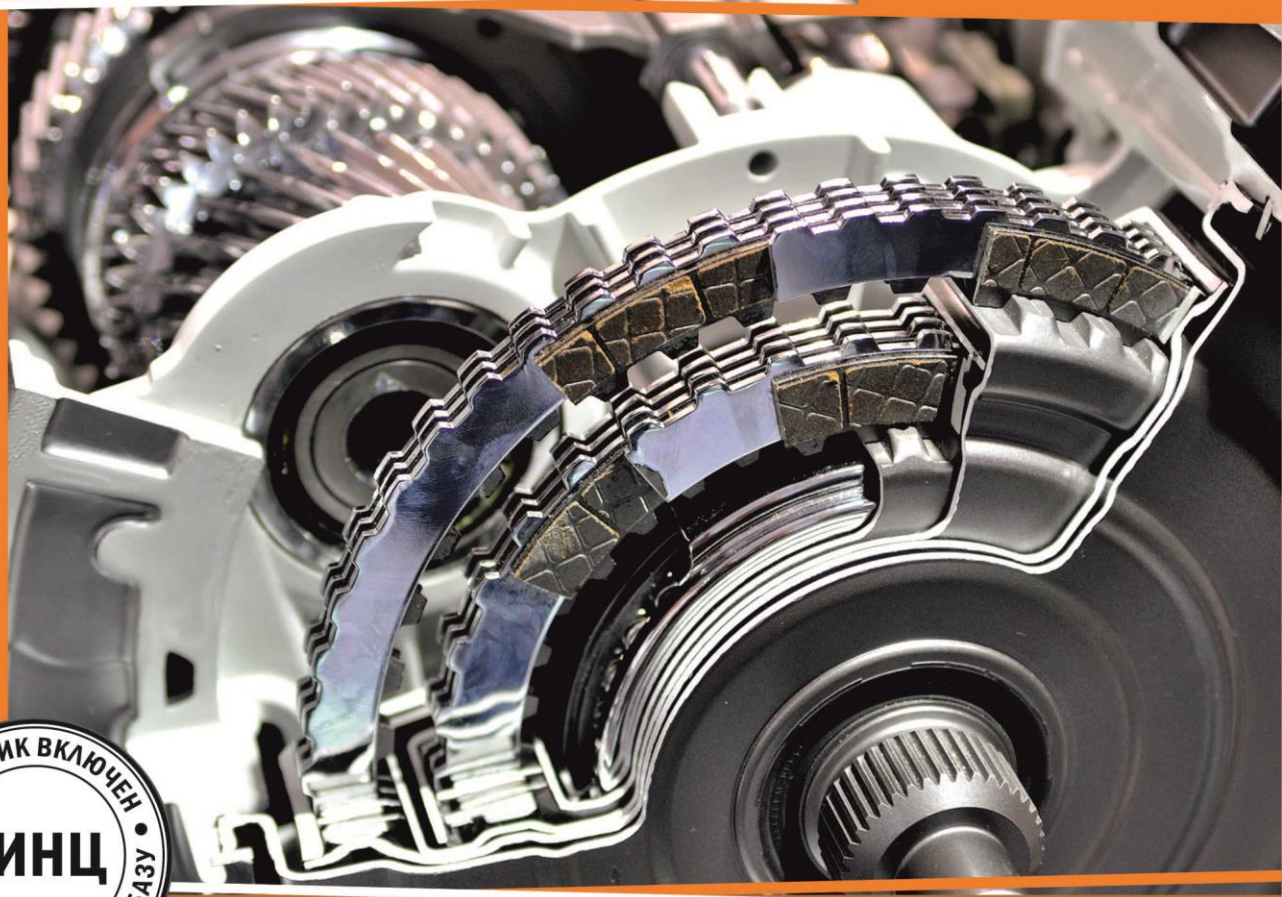
СибАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

LXII СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

№ 2(61)



СБОРНИК ВКЛЮЧЕН В НАУКОМЕТРИЧЕСКУЮ БАЗУ РИНЦ

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

г. НОВОСИБИРСК, 2018

СибАК
www.sibac.info

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Электронный сборник статей по материалам LXII студенческой международной научно-практической конференции

№ 2 (61)
Февраль 2018 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск
2018

УДК 62
ББК 30
Н34

Председатель редколлегии:
Дмитриева Наталья Витальевна – д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:
Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;
Ахметов Сайранбек Махсутович – д-р техн. наук, проф., академик Национальной инженерной академии РК и РАЕН, профессор кафедры «Механика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, руководитель Казахского отделения (г. Астана) международной научной школы устойчивого развития им. ак. П.Г. Кузнецова;
Елисеев Дмитрий Викторович – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков».

Н34 **«Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:** Электронный сборник статей по материалам LXII студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». – 2018. – № 2 (61) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://www.sibac.info/archive/Technic/2(61).pdf.

Электронный сборник статей по материалам LXII студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» 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.

Электронный сборник статей «Научное сообщество студентов. Технические науки»: включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ББК 30
ISSN 2310-4066
© АНС «СибАК», 2018 г.

Оглавление

Секция «Архитектура, строительство» 6

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ НАДСТРОЙКИ 6
Болезина Ольга Александровна
Саркисов Дмитрий Юрьевич

МИКРОРАЙОННЫЙ ТИП ЗАСТРОЙКИ 11
Ильин Валерий Александрович
Макарова Ксения Сергеевна
Тумазов Эльдар Русланович

Секция «Информационные технологии» 16

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ FUZZYCLIPS 16
Перминова Анастасия Александровна
Александрова Екатерина Александровна

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ ПОЛЕЗНОГО ЗВУКА НА ЗВУКОЗАПИСИ 21
Бредихин Арсентий Игоревич

РАСПОЗНАВАНИЕ ЭМОЦИЙ В ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТОВ 30
Бредихин Арсентий Игоревич
Алексеев Валерий Иванович

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА БИТРИКС24 43
Буткевич Алина Андреевна
Зонов Роман Михайлович
Игнатовская Дарья Дмитриевна

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ 47
Ершов Василий Александрович
Михайлова Ульяна Владимировна

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ IOT В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ 52
Перминова Анастасия Александровна

АНАЛИЗ БАЗОВЫХ АСПЕКТОВ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ ВОЙНЫ 57
Темлюков Дмитрий Александрович
Андреев Арк Михайлович

Секция «Машиностроение» **62**

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИКИ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СИСТЕМ ПЛАЗМОТРОНА 62
Андренов Артем Алексеевич
Хаглеев Андрей Николаевич
Григорьев Денис Павлович
Дарханов Антон Витальевич

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА 71
Бережнов Дмитрий Александрович

Секция «Моделирование» **86**

РАСЧЕТ ОСАДОК СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SETTLE 3D КОМПАНИИ ROCSCIENCE 86
Кутлумухаметов Азамат Рамилевич
Хомякова Ирина Александровна
Никулина Мария Евгеньевна

Секция «Телекоммуникации» **96**

ЗАЩИТА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕМ СКРЫТИЯ СТРУКТУРЫ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ 96
Горячая Алина Васильевна
Чукариков Александр Геннадьевич
Кожевников Дмитрий Анатольевич
Голуб Борис Владимирович

Секция «Технологии» **103**

ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕННЫХ СИСТЕМ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА 103
Сизов Никита Павлович
Сизов Роман Александрович
Манафов Максим Гамидович

ТЕХНОЛОГИЯ ВСКРЫТИЯ ПЛАСТОВ С АНОМАЛЬНО ВЫСОКИМ ПЛАСТОВЫМ ДАВЛЕНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕРМЕТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЦИРКУЛЯЦИИ 108
Светличный Владислав Олегович
Городилов Василий Валеревич
Вороненкова Юлия Олеговна
Квеско Наталия Геннадьевна

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ОСЛОЖНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ НАКЛОННО НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН 115
Сизов Никита Павлович
Манафов Максим Гамидович
Быченков Антон Дмитриевич
Сизов Роман Александрович

Секция «Транспортные коммуникации» 120

СУДНО РЕКА-МОРЕ ДЛЯ УСЛОВИЙ МЬЯНМЫ 120
Пье Вэй Аунг
Каменских Ираида Витальевна

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОСТРОЙКИ БАЛКЕРОВ 125
Хейн Тиха Наинг
Каменских Ираида Витальевна

ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ В РЕСПУБЛИКЕ СОЮЗ МЬЯНМА 129
Чжо Зин Оо
Каменских Ираида Витальевна

Секция «Электротехника» 135

АППАРАТ ФИКТИВНЫХ ДЛИН МОДЕЛИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ 135
Еремин Александр Николаевич

МЕТОД РАССЛОЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ 140
Еремин Александр Николаевич

ОЧЕРЕДНОСТЬ ПРОКЛАДКИ СОЕДИНЕНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ 145
Еремин Александр Николаевич

Секция «Энергетика» 149

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ СБРОСА ПОПУТНЫХ ВОД НА ТВЕРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ 149
Сизикин Денис Александрович
Трофимов Святослав Николаевич
Абдрахманов Вадим Радикович

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ 154
Тесленок Александр Иванович

СЕКЦИЯ

«АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО»

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ НАДСТРОЙКИ

Болезина Ольга Александровна
магистрант, кафедра «ЖБиК» ТГАСУ,
РФ, г. Томск
E-mail: olga.bolezina.92@mail.ru

Саркисов Дмитрий Юрьевич
научный руководитель, канд. техн. наук,
доцент кафедры «ЖБиК», ТГАСУ,
РФ, г. Томск

В работе была выполнена оценка возможности реконструкции крыши существующего здания путем надстройки с размещением в ней танцевального зала, то есть смены функционального назначения [1].

Административно-бытовое здание, расположенное в г. Томск имеет прямоугольную форму в плане размерами 16,9*38,2 м. В здании располагаются ресторан, сауна, офисы и прочие административные помещения, в пределах мансардного этажа расположены помещения детской танцевальной школы.

Несущими конструкциями являются каменные стены, толщиной 510 мм. По стенам в поперечном направлении уложены железобетонные ригели, по которым уложены сборные железобетонные многопустотные плиты. Мансардный этаж существует над половиной здания и выполнен в каркасном исполнении. По существующим несущим каменным стенам здания выполнены монолитные железобетонные подушки, на которые установлены стойки из спаренных швеллеров. По стойкам под уклоном уложены металлические балки. Кровля здания выполнена из стального листа. В осях «Б-Г; 2-6» (где отсутствует мансарда) выполнена мягкая совмещенная кровля. Общий вид здания приведен на рис. 1.

Рисунок 1. Общие виды здания

При проведении обследований технического состояния зданий всегда существует какая-нибудь особенность [2-4]. Особенностью выполняемых работ было то, что работы заказал арендатор помещений мансарды (танцевальная школа), а условием собственника здания было не допущение вскрытия шурфов у фундаментов и устройство зондажей на нижних этажах, в связи с имеющейся отделкой и действующим бизнесом (ресторан и офисные помещения с ежедневными посещениями людей). Таким образом, конструкции первых двух этажей были доступны только для визуального обследования.

Выполненное визуальное обследование строительных конструкций двух этажей показало их работоспособное состояние, в них отсутствовали значительные дефекты и повреждения. У здания отсутствовали крены, трещины в стенах и другие деформации, замачивание цокольных участков стен выявлено не было, что в купе свидетельствовало о работоспособном состоянии фундаментов.

Для определения конструкции кровли были вскрыты шурфы. Было выявлено, что кровля имеет значительную толщину и массу. Она имела следующий состав: по сборным железобетонным многопустотным плитам устроен слой керамзита вперемешку с боем кирпича (300-420 мм). Поверху выполнена армированная сеткой цементно-песчаная стяжка толщиной 250 мм. По стяжке уложен гидроизоляционный ковер из рубероида. Общая глубина шурфов (до железобетонной плиты) составляла 550-670 мм (рис. 2).

Рисунок 2. Шурфы для определения состава кровли

Было предложено демонтировать тяжелую кровлю и спроектировать скатную кровли с передачей снеговых нагрузок на стены, а не на перекрытие. Также по перекрытию предполагалось устройство полов танцевального зала.

Далее было принято решение оценку несущей способности фундаментов, стен и перекрытий здания осуществить через сравнение фактически действующих и предполагаемых с учетом надстройки нагрузок. Фактические и предполагаемые нагрузки были собраны с учетом требований действующих нормативных документов, при этом учитывались варианты распределения снеговой нагрузки на кровле здания (с учетом ее конфигурации до и после реконструкции).

Сравнение нагрузок на перекрытие до и после реконструкции приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Основные параметры нагрузок на перекрытие до и после реконструкции

Наименование нагрузки	**Значения расчетных нагрузок на 1 м^2 перекрытия (кН/м^2)**	
	До реконструкции	**После реконструкции**
Постоянная	13,87…15,84	6,48
Временная на перекрытие	0,65	4,8+0,65=5,45
Снеговая (равномерно распределенная)	2,352	-
Снеговая (с учетом образования зон повышенных снегоотложений)	5,348	-
Итого (при равномерно распределенной снеговой нагрузке):	16,87…18,84	11,93
Итого (с учетом образования зон повышенных снегоотложений):	19,86…21,84	11,93

Анализ фактически действующих и предполагаемых после реконструкции нагрузок на перекрытие показал, что после реконструкции нагрузка на перекрытие снизится минимум на 4,94 кН/м^2, что составляет (29,28 % от существующей нагрузки) и его несущая способность после реконструкции будет обеспечена.

Сравнение нагрузок на стены до и после реконструкции приведено в таблице 2.

Таблица 2.

Основные параметры нагрузок на стены до и после реконструкции

Наименование нагрузки	**Значения погонной расчетной нагрузки на несущую стену по оси «Б» (кН/м)**		**Значения погонной расчетной нагрузки на несущую стену по оси «В» (кН/м)**	
	До реконструкции	**После реконструкции**	**До реконструкции**	**После реконструкции**
Постоянная от перекрытия	75,78	31,2	66,78	31,2
Постоянная от конструкции крыши	2,075	3,36	-	1,729
Временная на перекрытие	3,129	26,24	3,129	26,24
Снеговая (равномерно распределенная)	11,32	20,66	11,32	11,66
Снеговая (с учетом образования зон повышенных снегоотложений)	14,78	-	14,78	-
Итого (при равномерно распределенной снеговой нагрузке)	92,304	81,46	81,229	70,829
Итого (с учетом образования зон повышенных снегоотложений)	95,764	-	84,689	-

Анализ фактически действующих и предполагаемых после реконструкции нагрузок на несущие каменные стены показал, что их несущая способность после реконструкции будет обеспечена, при этом после реконструкции нагрузка на несущие каменные стены снизится минимум:

- для стены по оси «Б» на 10,844 кН/м, что составляет 11,75 %;
- для стены по оси «В» на 10,4 кН/м, что составляет 12,8 %.

В результате предложенные проектные решения по надстройке удалось согласовать и реализовать даже без проведения комплексного инструментального обследования всего здания.

Список литературы:

1. Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р., Пахмурин О.Р., Петухов А.А. Оценка эксплуатационной надежности железобетонного каркасного здания в связи с изменением функционального назначения, В сборнике: News of science Proceedings of materials the international scientific conference. 2015. С. 73-82.
2. Невидомская А.В., Иваненко Л.В., Тигай О.Ю., Саркисов Д.Ю. Нарушения при эксплуатации и диагностика технического состояния вышки молниеотвода дегазационной установки. Современные тенденции в науке и образовании: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 3 марта 2014 г. Часть V.М.: «АР-Консалт», 2014 г.- с. 140-141.
3. Плевков В.С., Балдин И.В., Саркисов Д.Ю., Фурсов В.В., Тютин Р.В. Особенности оценки технического состояния здания бывшего томского женского епархиального училища Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 3 (62). [С. 69-82].
4. Плевков В.С., Фурсов В.В., Балюра М.В., Балдин И.В., Уткин Д.Г. Особенности оценки технического состояния строительных конструкций зданий на свайных фундаментах после длительного перерыва в строительстве в условиях глубокого сезонного промерзания грунтов. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 2 (61). С. 64-78.

МИКРОРАЙОННЫЙ ТИП ЗАСТРОЙКИ

Ильин Валерий Александрович
магистрант, строительный факультет,
Ульяновский государственный технический университет,
РФ, г. Ульяновск

Макарова Ксения Сергеевна
магистрант, строительный факультет,
Ульяновский государственный технический университет,
РФ, г. Ульяновск
E-mail: ksmakarch@gmail.com

Тумазов Эльдар Русланович
магистрант, строительный факультет,
Ульяновский государственный технический университет,
РФ, г. Ульяновск

Микрорайонный тип застройки является доминирующим для большинства крупных городов современной России: от пятиэтажных «хрущевок» до 17-24-этажных высоток. Именно в таких многоэтажных многоквартирных жилых домах проживает не менее трех четвертых городского населения. При учете, что в городах проживает около 80 процентов населения, такое жилье является основным для россиян.

На сегодняшний день, в отечественной практике сложилась следующая морфология застройки: индивидуальные жилые дома, блокированные (таунхаусы), среднеэтажные застройки дореволюционного типа, квартальная застройка середины 20 века и застройка многоэтажными жилыми домами.

Микрорайоны образуют так называемые спальные районы, предназначенные в основном лишь для жилья, тогда как коммерческие и деловые центры располагаются в центральной части городов. Данная ситуация создает маятниковую миграцию и пробки в утренние и вечерние часы. Ведь важными частями жизни, помимо сна и работы, являются и образование, и медицина, и развлечения, и гастрономия, а отсутствие всего этого по соседству заставляет горожан испытывать серьезный дискомфорт.

Подобная модернистская градостроительная концепция пришла в Советский Союз из Европы. Архитекторы-модернисты, к примеру, французский архитектор швейцарского происхождения Ле Корбюзье, мечтали о смене маленьких и тесных «капиталистические» кварталов на величественные новые с широкими автомагистралями, многоэтажными жилыми домами посреди огромных общественных парков, где доступна вся необходимая инфраструктура. Тогда, после Второй мировой войны на рубеже 1940-1950-х годов, она получила повсеместное распространение на Западе. В Советском Союзе поточно-массовая застройка получила свое развитие в 1950-е и 1960-е. Концепт микрорайона вкупе с и панельным домостроением позволили строить большие объемы в короткие сроки.

Безусловно, в XX веке эта концепция являлась прогрессивной: жилые помещения отдалялись от промышленных зон, между домами возникали скверы и парки, появились широкие проспекты взамен узких исторических улочек.

Рассмотрим подробнее историю данного вопроса и проанализируем результаты применения микрорайонных застроек. Новому поколению архитекторов и строителей, пытающихся найти оптимальные решения планирования городской среды, может помочь изучение исторического опыта.

Германия после Первой мировой войны – один из пионеров применения массового жилищного строительства. Архитекторы призывали к экономии и рационализации в строительной сфере. Обычный жилой дом становится символом новой архитектуры. Первый проект, основанный на простых геометрических фигурах с плоской крышей, белыми, лишенными декора, стенами, внутренние стены которого были окрашены в спокойные тона, с деревянной и металлической мебелью, представлен на выставке Баухауза в Веймаре в 1923 г.

Огромную роль в интернационализации этого стиля и образа жизни сыграли левые политические взгляды европейских архитекторов. Под руководством немецкого архитектора-модерниста Миса ван дер Роэ в пригороде Штутгарта был построен образцовый жилой поселок Вейсенхоф.

Среди них был и дом и Ле Корбюзье, иллюстрирующий его основную идею: «дом — это машина для жилья», воплощающий «пять принципов новой архитектуры» (столбы-опоры, плоские крыши-террасы, свободная планировка, ленточные окна, свободный фасад). Один из основателей и директор Баухауса продемонстрировал новые возможности монтажа и убеждал коллег изготавливать дома в заводских условиях целиком, а Мис ван дер Роэ с помощью передвижных перегородок пытался добиться полной мобильности жилого пространства [2].

В связи с экономией и потребностью строительства большого объема в минимальные сроки, помимо разработки новых концепций массового жилищного строительства, необходимо было и создание новых строительных материалов, технологий строительства, принципов градостроительства. Крупные блоки, легкие бетоны, каркасные конструкции с облегченными заполнителями стали альтернативой традиционных строительных материалов. В начале 30-х гг. началась разработка железобетонных конструкций. Широко внедрялись коридорные и галерейные дома, более экономичные по эксплуатационным расходам. Однако массовому применению новой техники и материалов в период после Первой мировой войны препятствовал традиционный консерватизм основной массы заказчиков и населения [2].

После Второй мировой войны строительство развивалось в направлении использования смешанной застройки, рассчитанной на различные категории семей с разным уровнем доходов. Появляются 6-10 этажные «точечные дома», «дома-пластины». При строительстве более пяти этажей используется монолитный железобетонный каркас.

Британские архитекторы-необруталисты предложили при реконструкции «пучковую» планировку (замена одного городского центра несколькими). Их достижения в рационализации объектов жилищного строительства оказали серьезное влияние на западноевропейскую архитектуру послевоенного периода.

В СССР после Октябрьской революции 1917 г. с появлением нового социального уклада возникла задача создания соответствующего жилья.

В первой половине 1920-х гг. оно представляло собой малоэтажные жилые комплексы — рабочие поселки, на них отрабатывались идея обобществленного быта. К концу 1920-х гг. было выявлено, что секционные дома с большими квартирами для покомнатного расселения и жилые дома-коммуны с жилыми «кабинами» не могут удовлетворить потребности жителей: необходимы квартиры на одну семью. Моссоветом в 1925 г. был проведен ряд конкурсов на типовые проекты домов для рабочих. На основе лучших конкурсных проектов была создана и многократно модернизирована «типовая секция Моссовета».

В 1930-е гг. создалась социальная иерархия типов жилья: одноэтажные деревянные бараки для рабочих, многоэтажные каменные общежития с централизованными инженерными коммуникациями, «дома для специалистов», представляющие собой многоквартирные дома из типовых секций квартальной застройки, дома для руководящих работников, деятелей партии и культуры.

Индустриальное домостроение явилось значительным социальным достижением. Максимальная скорость строительства, простота и дешевизна – вот главные качества крупнопанельного строительства, эстетические качества жилых домов не упоминаются. Типизация завела архитектуру массового жилища в эстетический тупик. В СССР были построены сотни домостроительных комбинатов, выпускавших серии типовых серий жилых домов для различных природно-климатических условий, хотя мало чем отличающихся внешне и внутренне [1].

Европейские страны уже в 1970-х начали отказываться от микрорайонов, а чуть позднее и сносить их по причине очевидных недостатков: соразмерность человеку – психологическое давление больших домов и огромных пустых пространств, транспортная неэффективность зажатых между крупными магистралями, отчуждение людей друг от друга. Разделение города на жилые и деловые центры увеличивает транспортные перемещения горожан.

Что же касается современной России, то новостройки вызывают дежавю, похожие на построенные 40 лет назад микрорайоны, но цветные и гораздо

выше (до 17-24 этажей). Жилье должно стать полноценным элементом городской среды, не убежищем.

Типы и формы жилища в каждой стране отражают особенности социальной структуры общества, его экономическую организацию, культуру, демографию. Динамика процессов в обществе всегда опережала и будет опережать процесс организации жилых территорий и изменения в жилых зданиях, так как градостроительство является достаточно инертной системой. Архитекторы и градостроители понимают несовершенство сложившейся системы массовой жилой застройки и настойчиво ищут пути формирования новой эстетики и комфортности жилой среды [3].

Сейчас для застройщика важнее объемы введенного жилья, хотя во многих городах уже возник дефицит спроса. Города окружают многоэтажные дома на окраинах, а исторические центры в условиях сокращения бюджета ветшают. Города обрастают пригородами, но не в формате американских субурбий, комфортных для человека, а в форме огромных обезличенных многоэтажных микрорайонов. Необходимо переходить на более сбалансированный тип застройки, ориентированный на повышение качества городской среды, застройка должна становиться разнообразной.

Список литературы:

1. Васильев Н.Ю. Эволюция типологии массового жилища в советской архитектуре межвоенного периода // Массовое жилище как объект творчества. Роль социальной инженерии и художественных идей в проектировании жилой среды. Опыт XX и проблемы XXI века / отв. ред. Т.Г. Малинина. М.: НИИ теории и истории изобразительных искусств при Российской академии художеств: БуксМАрт, 2015. С. 110-121.
2. Калабин Александр Васильевич, Куковякин Алексей Борисович Массовая жилая застройка: проблемы и перспективы // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. № 3 (34).
3. Страх и ненависть спальных районов [Электронный ресурс]. URL: https://lenta.ru/articles/2016/05/20/sleep_district/ (Дата обращения: 07.02.2018).

СЕКЦИЯ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ FUZZYCLIPS

Перминова Анастасия Александровна
магистрант,
кафедра И9 «Систем управления и компьютерных технологий», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: nastia-dogf@mail.ru

Александрова Екатерина Александровна
магистрант,
кафедра И9 «Систем управления и компьютерных технологий», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
РФ, г. Санкт-Петербург

Современные экспертные системы, представляют собой специальный программный комплекс, который рассматривается в совокупности с базами знаний, в виде модели поведения специалистов-экспертов в определенной сфере знаний с использованием процедур логического вывода, а базы знаний представляют собой сочетание фактов и правил логического вывода в данной предметной области. Такие системы начали разрабатываться еще в 70-х годах 20 века, и только в 1980-х, исследователи искусственного интеллекта, получили коммерческую поддержку.

«Классическая» концепция экспертных систем, основанная на текстовом человеко-машинном интерфейсе, существовавшая в 1970-80-х годах, на данный момент не так актуальна, во времена графического интерфейса. С явными изменениями, такие системы все же находят свое применение до сих пор. Наиболее известные, современные экспертные системы несут в себе разные задачи, например, развлекательные («Акинатор» — интернет-игра, где игрок должен загадать любого персонажа, а «Акинатор» должен его отгадать, задавая вопросы. База знаний автоматически пополняется, поэтому программа может

отгадать практически любого известного персонажа.) или обучающие («WolframAlpha» — база знаний и набор вычислительных алгоритмов, интеллектуальный «вычислительный движок знаний»). Так же существуют оболочки для построения экспертных систем, одна из них CLIPS. Имеется также расширенная версия данной оболочки под названием FuzzyCLIPS, добавлено использование нечеткой логики. Рассмотрим возможности FuzzyCLIPS подробнее.

В реальном мире существует огромное количество нечетких знаний, т. е. знаний, которые расплывчаты, неточны, двусмысленны или вероятностны в природе. Человеческое мышление и рассуждения часто включают нечеткую информацию, происходящую из размытых понятий. В системах, основанных на классической теории множеств и двузначной логике очень сложно ответить на некоторые вопросы, потому что эти вопросы не имеют абсолютно верных ответов. Однако, человек может дать удовлетворяющие ответы, которые имеют место быть. Экспертные системы могут не только дать такой ответ, но так же могут дать вероятностную оценку. Эта оценка высчитывается за счет использования высказываний и нечетких фактов и правил, которые были заданы. Экспертные системы также могут работать с ненадежной и неполной информацией и с различными экспертными мнениями. Расплывчатость и неточность – два отчетливых понятия включенных в систему оболочки FuzzyCLIPS.

Например, такие понятия как: молодость, рост (высокий или низкий), хорошо и плохо, и т. п. – расплывчаты. Нет значения, которое точно бы определяло термин молодость. Для некоторых людей, человек молод в 25 лет, для других – в 35. Фактически, понятие молодость не имеет четких границ. Однако в зависимости от контекста, возраст 35, может быть отнесенным к понятию молодости, так же как и имеет вероятность быть отнесенным к понятию не молодости. Представление такого вида информации в FuzzyCLIPS основано на концепции теории множеств. На рисунке 1 представлена таблица отображающая зависимость возраста к понятию молодость (young), где 1.0 равно

молод, а 0.0 – нет. Остальные значения представляют собой значение причастности к определенном понятию, в данном случае к понятию молодость.

Table 1: Fuzzy Term *young*

Age	Grade of Membership
25	1.0
30	0.8
35	0.6
40	0.4
45	0.2
50	0.0

Рисунок 1. Зависимость причастности возраста к понятию молодость

В отличие от классической теории множеств, где принадлежность одного объекта к множеству может быть точно определена, в нечеткой теории множеств причастность объекта может быть вероятностной, т. е. объект принадлежит к множеству с определенной оценкой причастности. Таким образом, обозначим некое μ, которое будет являться функцией принадлежности. На рисунке 2 представлены формула зависимости функции принадлежности, через нечеткое множество A принадлежащее, высказыванию U, а также данная зависимость на примере принадлежности возраста к понятию молодость.

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1]$$

$$\mu_{young}(25) = 1,\ \mu_{young}(30) = 0.8,\ \ldots,\ \mu_{young}(50) = 0$$

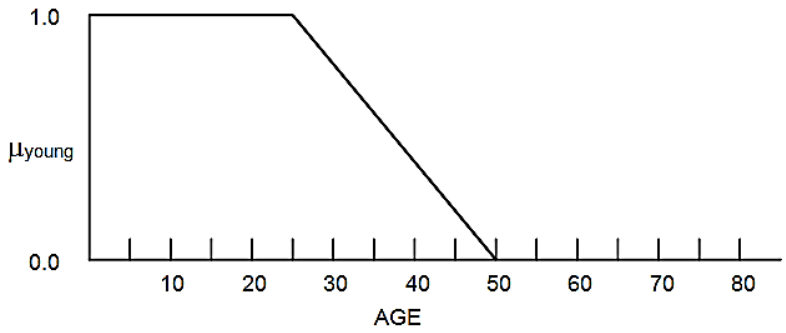


Figure 1: Possibility distribution of *young*

Рисунок 2. График зависимости функции принадлежности к высказыванию

Возможности FuzzyCLIPS позволяют выводить при ответе значение зависимости к определенному высказыванию или даже к нескольким. Таким образом, при задании одновременно нескольких нечетких высказываний, которые могут пересекаться между собой, образуются различные интерпретации ответа. К примеру, на рисунке 3 представлены такие понятия, относящиеся к температуре воды, как холодный (cold), теплый (warm) и горячий (hot). При выборе температуры 25 градусов, FuzzyCLIPS выдаст принадлежность данной температуры и к значению cold (примерно 0.4), и к значению warm (примерно 0.1), если это прописано разработчиком.

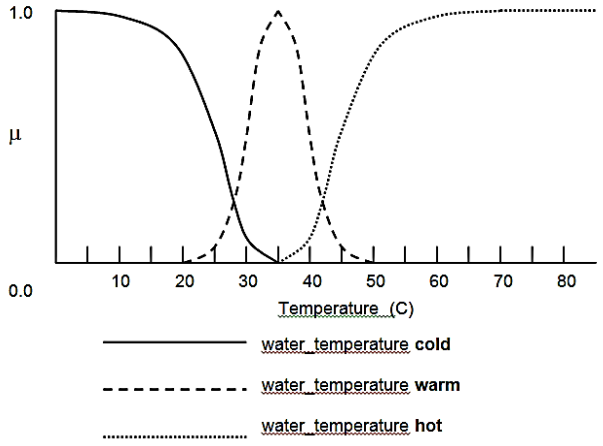


Figure 3: Primary terms of a *linguistic variable*

Рисунок 3. График нечетких высказываний о температуре воды

Все нечеткие переменные должны быть предопределены перед использованием с оператором deftemplate. Это расширение стандартной конструкции deftemplate в CLIPS. Расширенный синтаксис этой конструкции выглядит следующим образом [1]:

```
(deftemplate <name> [“<comments>”]
    <from> <to> [<unit>] ; universe of discourse
        ( t1
         .       ; list of primary terms
         tn
        )
    )
```

Где name – идентификатор, используемый для нечеткой переменной, а from и to должны быть числами с плавающей точкой. Они представляют собой начало и конец интервала, описывающего область нечеткой переменной. Ti-это технические характеристики нечетких терминов (горячее, холодное, теплое), используемых для описания нечеткой переменной. Эти спецификации описывают форму нечеткого множества, связанного с терминами. Термины задаются в виде [1]: (<name> <description of fuzzy set>). К примеру: few (1 0) (2 0.3) (3 0.9) (4 1) (5 0.8) (6 0.5) (7 0), где в скобках первое число соответствует значению на оси абсцисса, а второе на оси ординат – значения функции принадлежности. На рисунке 5 слева представлен график термина few, а справа другой пример графика и определения термина в FuzzyCLIPS.

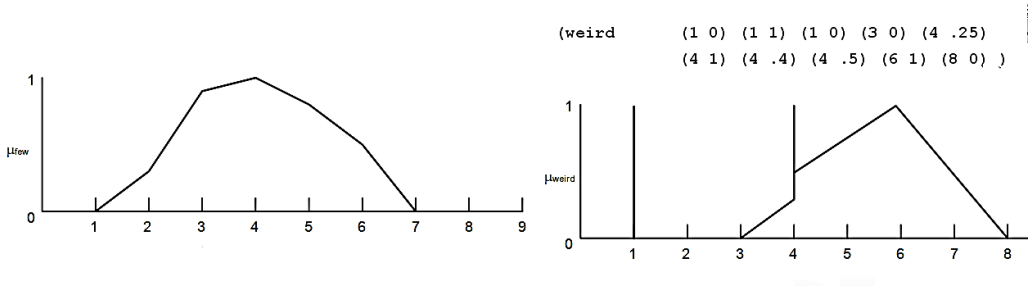


Рисунок 4. Примеры графиков для нечетких множеств

В заключении, в данной статье мы рассмотрели самые простые, базовые понятия и конструкции в данной оболочке для построения экспертных систем. Рассматриваемая FuzzyCLIPS - это расширенная версия оболочки CLIPS, основанная на правилах, для представления и управления нечеткими фактами и правилами. FuzzyCLIPS может иметь дело с точными, нечеткими (или неточными) и сложными рассуждениями, позволяющими свободно смешивать нечеткие и нормальные термины в правилах и фактах экспертной системы. В будущем будут рассмотрены типы простых и сложных правил, используемых данной экспертной системой.

Список литературы:

1. Орчард Б. FuzzyCLIPS Version 6.10d.User’s Guide [Электронный ресурс] // Random Thoughts. URL: http://awesom.eu/~cygal/archives/2010/04/22/fuzzyclips_downloads/index.html (Дата обращения: 28.01.2018).

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ ПОЛЕЗНОГО ЗВУКА НА ЗВУКОЗАПИСИ

Бредихин Арсентий Игоревич
студент ИТСИТ, кафедра СОИМУ ЮГУ,
РФ, г. Ханты-Мансийск
E-mail: bredihin.igorr@yandex.ru

В последние годы возникает все большая потребность в автоматической обработке звуковых сигналов, поскольку она может освободить человека от рутинного поиска нужной информации по большому количеству звуковых записей. В связи с этим получают распространение математические методы анализа звуковых сигналов, такие как частотный и частотно-временной анализ сигнала. Применение этих методов часто обеспечивает удовлетворительную точность распознавания звуков на звукозаписях, но многие из этих методов (особенно те, которые связаны с частотно-временным анализом) не являются эффективными по времени выполнения – чаще всего время анализа одной звукозаписи превышает длительность данной звукозаписи, что делает невозможным применение этих методов в автоматической обработке звуковых сигналов в режиме реального времени.

Одной из причин данной проблемы является анализ всех звукозаписей целиком, причем чаще всего анализируемые звукозаписи большей частью состоят из очень тихих звуков (пауз) любой длительности или же достаточно громких, но очень коротких по длительности звуков, анализировать которые не имеет смысла, поскольку они чаще всегоне несут никакой информации. Из-за этого большая часть времени тратится на обработку звуков, не несущих никакой информации, что влечет снижение эффективности анализа звукозаписей.

Отсюда можно сделать вывод, что решить проблему эффективности математических методов анализа звуковых сигналов можно, выделяя и анализируя только **полезные звуки** – участки звукозаписей с достаточными громкостью и длительностью, которые могут нести в себе полезную

информацию. Это может значительно повысить эффективность автоматической обработки звукозаписей.

В данной статье предлагается алгоритм, который выделяет полезные звуки на звукозаписи. Также приведен пример его работы и рекомендации по настройке алгоритма для обеспечения правильности его работы.

Предметная область

Звукозапись представляет собой цифровой сигнал, который хранится в памяти компьютера/сервера.

Цифровой сигнал – дискретный сигнал y, который может принимать значения из конечного множества чисел, $\forall n\ y(n) \in \{d_1,..,d_M\}$, где $y(n)$ – значение амплитуды n-го отсчета сигнала, а $d_j\ (j=1,..,M)$ – уровни сигнала [1, с. 59].

Дискретный сигнал – функция дискретного аргумента $y = y(nT)$, где n – номер отсчета сигнала (целое неотрицательное число), а T –период дискретизации (расстояние по временной оси между соседними отсчетами) [1, с. 58]. Величина $fd = \frac{1}{T}$ используется на практике чаще, чем период дискретизации, и называется **частотой дискретизации**, которая определяет количество отсчетов сигнала на 1 секунду цифрового сигнала.

Именно цифровые сигналы и используются для хранения и автоматической обработки звукозаписей, поскольку аналоговый (непрерывный) сигнал невозможно представить в памяти компьютера, т. к. количество отсчетов аналогового сигнала бесконечно.

Таким образом, цифровой сигнал с точки зрения представления в памяти – это одномерный массив чисел (амплитуд). Также можно сделать вывод, что любой цифровой сигнал имеет следующие основные характеристики:

- fd – частота дискретизации, Гц;
- t – длительность сигнала, сек;
- длина одного массива в отсчетах;
- количество каналов записи (количество массивов для кодирования звука).

Главной задачей рассматриваемого в данной статье алгоритма является выделение на звукозаписи участков полезного звука, значения амплитуд которых в большинстве своем превышают заданное *пороговое значение амплитуды* ***threshold*** (**звук**), и участков звука, значения амплитуд которых не превышают значение **threshold** (**пауза**). Выделение данных участков звука представляет некоторую проблему, т. к. применяя простую проверку значений амплитуд, сигнал разбивается на очень большое количество чередующихся интервалов звука и паузы, длительность которых не превышает 1-2 мс. Звук с такой длительностью не представляет никакой информации, т. к. человек не в состоянии слышать и обрабатывать столь короткие звуки. В целях решения данной проблемы автором статьи были введено понятие **субзвука**.

Субзвук – участок звукозаписи с не достигающими порогового значения амплитудами, предшествующий паузе и следующий за звуком. Субзвук имеет определенную длительность и принимается за звук. Также **субзвук** – это участок звукозаписи с достигающими порогового значения амплитудами, следующий непосредственно за паузой и предшествующий звуку. Пример разделения произвольного звукового сигнала на звуки, паузы и субзвуки представлен ниже.

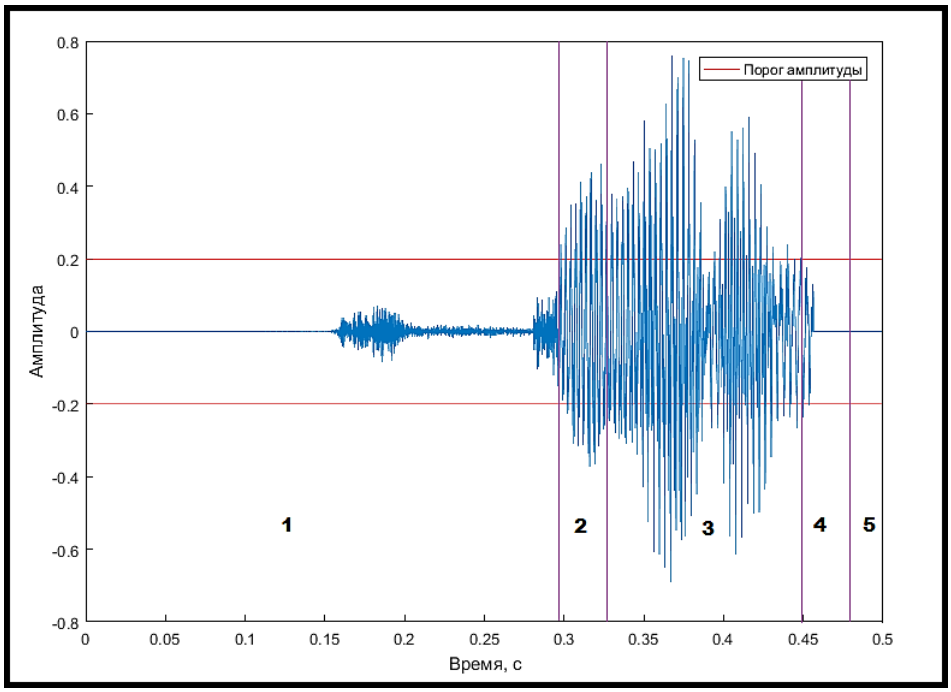


Рисунок 1. Пример разделения сигнала на паузы, звуки и субзвуки

В данном случае threshold=0,2, длительность субзвука равна 0,3 с. Цифры на графике обозначают следующие области звукозаписи: 1 – пауза, 2 – субзвук, 3 – звук, 4 – субзвук, 5 – пауза. Для подобного определения областей звука введем 4 вида областей:

1. **Пауза** – все значения амплитуды данной области звука не превышают пороговое значение амплитуды. На рисунке 1 обозначена цифрами 1 и 5;

2. **Субзвук перед звуком** – значительная часть значений амплитуды данной области звука превышает или достигает пороговое значение амплитуды (из-за этого будем считать ее за звук) и данная область следует сразу за областью вида 1 (пауза). Область 2 имеет определенное значение длительности, не меньшее заданного. На рисунке 1 обозначена цифрой 2.

3. **Звук** – значительная часть значений амплитуды данной области звука превышает или достигает пороговое значение амплитуды и данная область следует сразу за областью вида 2 (субзвук перед звуком). На рисунке 1 обозначена цифрой 3.

4. **Субзвук перед паузой** – значительная часть значений амплитуды данной области звука не превышает пороговое значение амплитуды и данная область следует сразу за областью вида 3 (звук). Будем считать ее за звук, поскольку если в качестве звука брать только области 2 и 3 без области 4, то полученный звук в конце будет резко обрываться, что не всегда приемлемо. На рисунке 1 обозначена цифрой 4. В данном алгоритме длительности областей 2 и 4 приняты равными между собой.

Т. к. в областях 2 и 4 (субзвук) не все амплитуды превышают пороговое значение, то любая область 2 и 4 будет иметь длительность больше заданной. Поэтому границу начала области 2 (субзвук перед звуком) желательно сдвигать влево, чтобы обрезалось как можно меньше звука вначале.

Алгоритм

Пусть дан одномерный массив **signal** – сигнал с частотой дискретизации **fd**. Сигнал должен быть **нормирован** (т. е. все значения амплитуд сигнала должны принимать значения от -1 до 1). Пользователем задана пороговая амплитуда

threshold, минимальная длительность паузы для ее детектирования **durpause**, минимальная длительность звука для его детектирования **dursound**, длительность субзвука **subsound**. Тогда алгоритм определения наличия полезного звука будет выглядеть следующим образом:

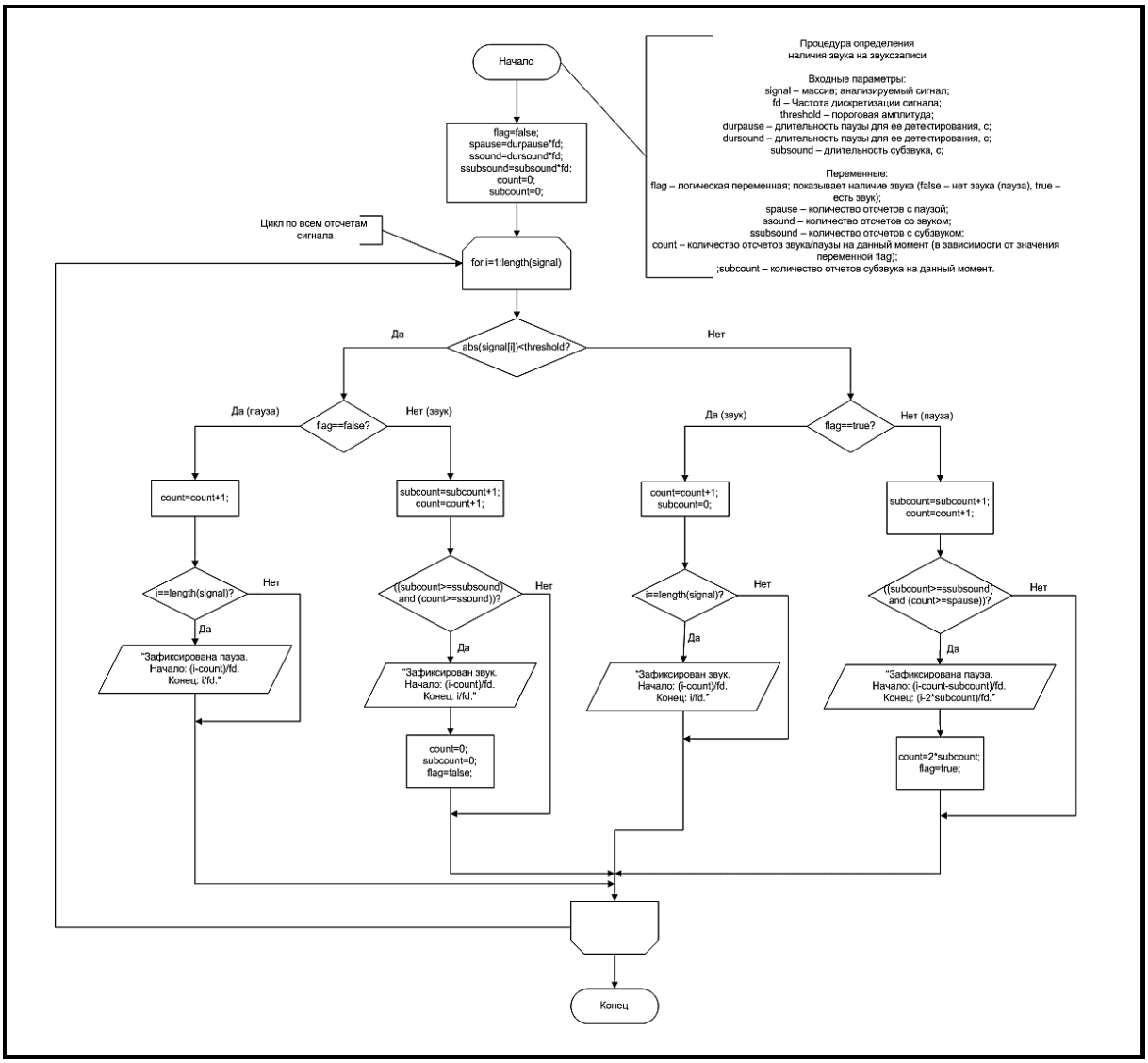


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма определения наличия полезного звука

На данной блок-схеме можно увидеть цикл с параметром, который «пробегает» по всем отсчетам сигнала. В данном цикле находятся 4 вложенных ветвления, которые сравнивают модуль каждого отсчета сигнала с пороговым значением амплитуды **threshold** и тем самым отвечают за определение вышеописанных областей 1-4 звукового сигнала. Изображены следующие 4 ветвления (слева направо):

1. **Порог не превышен, пауза**. В данном случае значение переменной *count* равно количеству отсчетов **области 1** сигнала (**пауза**). Выполняется инкремент переменной *count*. Здесь же проводится проверка на достижение конца сигнала – в случае его достижения пауза фиксируется.

2. **Порог не превышен, звук**. В данном случае значение переменной *count* равно количеству отсчетов **области 3** сигнала (**звук**), а значение переменной *subcount* равно количеству отсчетов **области 4** сигнала (**субзвук перед паузой**). Выполняется инкремент переменных *count* и *subcount*. Затем проверяется достижение областями 3 и 4 звука заданных пользователем длительностей звука и субзвука соответственно: если значения длительностей обеих областей достигли заданных значений длительностей, то фиксируется звук, флажок *flag* переводится в значение *false* (начало паузы) и переменные *count* и *subcount* обнуляются.

3. **Порог достигнут, звук**. В данном случае значение переменной *count* равно количеству отсчетов **области 3** сигнала (**звук**). Выполняется инкремент переменной *count*, счетчик отсчетов субзвука *subcount* обнуляется. Здесь же проводится проверка на достижение конца сигнала – в случае его достижения звук фиксируется.

4. **Порог достигнут, пауза**. В данном случае значение переменной *count* равно количеству отсчетов **области 1** сигнала (**пауза**), а значение переменной *subcount* равно количеству отсчетов **области 2** сигнала (**субзвук перед звуком**). Выполняется инкремент переменной *subcount*. **Переменная *count* не инкрементируется, поскольку область 2 считается за звук**. Затем проверяется достижение областями 1 и 2 звука заданных пользователем длительностей паузы и субзвука соответственно. Если значения длительностей обеих областей достигли заданных значений длительностей, то фиксируется пауза, флажок *flag* переводится в значение *true* (начало звука), переменная *count* принимает значение *2*subcount* (граница звука сдвигается на *2*subcount* отсчетов влево), переменная *subcount* обнуляется в одной из следующих итераций цикла.

Данный алгоритм выполняется достаточно быстро. Например, определение областей паузы и звука в звукозаписи из 40000 отсчетов (что при ЧД=16000 Гц соответствует 2,5 секундам) занимает не более 0,04 секунды.

Работа алгоритма и рекомендации по его настройке

В качестве примера взят произвольный цифровой сигнал длительностью 5,35 с при ЧД=11025 Гц. График сигнала представлен ниже.

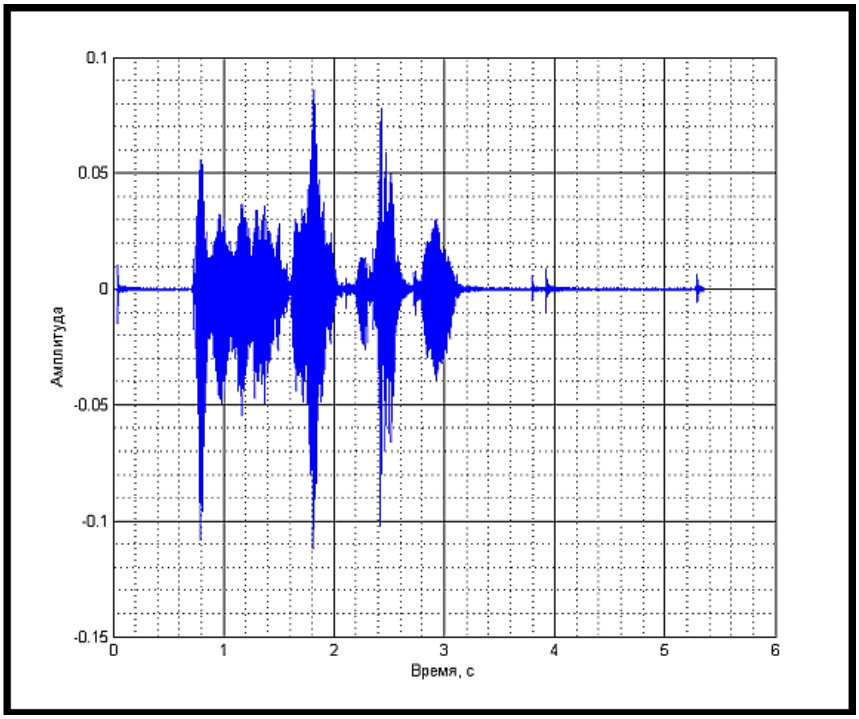


Рисунок 3. График сигнала

Выбраны 6 настроек для выполнения алгоритма с данными сигналами:

1. Длительность звука – 0 с, длительность паузы – 0 с, длительность субзвука – 0,03 с, порог – 0,02;

2. Длительность звука – 0 с, длительность паузы – 0 с, длительность субзвука – 0,03 с, порог – 0,01;

3. Длительность звука – 0,5 с, длительность паузы – 0,5 с, длительность субзвука – 0,03 с, порог – 0,01;

4. Длительность звука – 0,5 с, длительность паузы – 0,5 с, длительность субзвука – 0,1 с, порог – 0,01;

5. Длительность звука – 1 с, длительность паузы – 1 с, длительность субзвука – 0,1 с, порог – 0,01;

6. Длительность звука – 1 с, длительность паузы – 1 с, длительность субзвука – 0,5 с, порог – 0,01;

В первых двух случаях детектируются звуки и паузы любой длительности. В остальных – звуки и паузы с длительностями не менее указанных. Из-за этого при настройках 3-6 возможны пропуски областей сигнала, которые не соответствуют заданным длительностям, но при этом список обнаруженных областей сигнала становится более компактным из-за уменьшения их числа.

Таким образом, процедура определения наличия полезного звука была выполнена 6 раз. Результаты выполнения процедуры получены следующие:

```
>> nalzvukaNEW(signal,fd) Настройка 1
Зафиксирована пауза в период времени 0 - 0.77406 сек.
Зафиксирован звук в период времени 0.77406 - 0.8342 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 0.8342 - 1.0688 сек.
Зафиксирован звук в период времени 1.0688 - 1.129 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 1.129 - 1.2357 сек.
Зафиксирован звук в период времени 1.2357 - 1.541 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 1.541 - 1.7254 сек.
Зафиксирован звук в период времени 1.7254 - 2.0068 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 2.0068 - 2.4341 сек.
Зафиксирован звук в период времени 2.4341 - 2.4942 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 2.4942 - 2.9127 сек.
Зафиксирован звук в период времени 2.9127 - 3.0858 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 3.0858 - 5.3498 сек.
Elapsed time is 0.058254 seconds.
>> nalzvukaNEW(signal,fd) Настройка 2
Зафиксирована пауза в период времени 0 - 0.73224 сек.
Зафиксирован звук в период времени 0.73224 - 1.6066 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 1.6066 - 1.6278 сек.
Зафиксирован звук в период времени 1.6278 - 2.0278 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 2.0278 - 2.3571 сек.
Зафиксирован звук в период времени 2.3571 - 2.6221 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 2.6221 - 2.8284 сек.
Зафиксирован звук в период времени 2.8284 - 3.1164 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 3.1164 - 5.3498 сек.
Elapsed time is 0.049874 seconds.
>> nalzvukaNEW(signal,fd) Настройка 3
Зафиксирована пауза в период времени 0 - 0.73224 сек.
Зафиксирован звук в период времени 0.73224 - 1.6066 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 1.6066 - 1.9331 сек.
Зафиксирован звук в период времени 1.9331 - 2.6221 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 2.7131 - 5.3498 сек.
Elapsed time is 0.056973 seconds.
>> nalzvukaNEW(signal,fd) Настройка 4
Зафиксирована пауза в период времени 0 - 0.75111 сек.
Зафиксирован звук в период времени 0.75111 - 2.0979 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 2.0979 - 2.5156 сек.
Зафиксирован звук в период времени 2.5156 - 3.1864 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 3.1864 - 5.3498 сек.
Elapsed time is 0.047593 seconds.
>> nalzvukaNEW(signal,fd) Настройка 5
Зафиксирована пауза в период времени 0 - 0.77224 сек.
Зафиксирован звук в период времени 0.77224 - 2.0979 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 2.3002 - 5.3498 сек.
Elapsed time is 0.048730 seconds.
>> nalzvukaNEW(signal,fd) Настройка 6
Зафиксирована пауза в период времени 0 - 0.88871 сек.
Зафиксирован звук в период времени 0.88871 - 3.5864 сек.
Зафиксирована пауза в период времени 3.5864 - 5.3498 сек.
Elapsed time is 0.048382 seconds.
```

Рисунок 4. Результаты выполнения процедуры для сигнала при разных настройках

Сопоставляя результаты выполнения процедур с графиком сигнала, можно заметить следующее:

- При понижении порога длительности детектируемых областей звука возрастают (настройки 1 и 2). Связано это с увеличением отсчетов сигнала, достигающих порогового значения;
- При указании ненулевой длительности звука области звука с длительностью меньше указанной определяются как паузы (настройка 3, 2-я и 3-я по счету области паузы). Это может быть полезно при отсечении коротких громких звуков, не представляющих интереса в определенной обстановке (например, звук удара молотком или звук проставления печати);
- При увеличении длительности субзвука границы областей звука сдвигаются вправо (см. 1-ю по счету область звука при настройках 3, 4 и 6). Из-за этого **не рекомендуется** брать слишком большие значения длительности субзвука;
- Вопреки сказанному в предыдущем пункте, длительность субзвука должна быть достаточной, чтобы длительности детектируемых областей звука были больше, и тем самым звукозапись не разделялась на слишком большое количество «обрывков».

Таким образом, предложенный алгоритм определения наличия полезного звука на звукозаписи при правильной настройке позволяет достаточно быстро и эффективно определять области паузы и звука на звукозаписи. При этом для данного алгоритма не существует универсальных рекомендаций по его настройке для различных обстановок записи. Для его настройки предлагается пользоваться вышеописанными указаниями, полученными в результате анализа результатов выполнения алгоритма, и особенностями акустики конкретной обстановки, например, наличие и громкость посторонних шумов, вид детектируемого звука (речь человека, техногенные звуки и т. д.).

Список литературы:

1. Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов: Учебное пособие. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 528 с.

РАСПОЗНАВАНИЕ ЭМОЦИЙ В ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТОВ

Бредихин Арсентий Игоревич
студент ИТСИТ, кафедра СОИМУ ЮГУ,
РФ, г. Ханты-Мансийск
E-mail: bredihin.igorr@yandex.ru

Алексеев Валерий Иванович
научный руководитель, д-р техн. наук, профессор ЮГУ,
РФ, г. Ханты-Мансийск

В настоящее время все большую актуальность приобретают математические методы обработки звуковых записей, в частности записей человеческой речи. Это связано со все более возрастающей потребностью в автоматической обработке речевых сигналов – поиск человеком нужной информации в звуковых записях вручную уже не является эффективным. Использование математических методов обработки звуковых записей позволит обрабатывать их в автоматическом режиме и освободит человека от рутинного поиска нужной информации по большому количеству звуковых записей.

Одним из способов обработки сигналов является применение **вейвлет-анализа**. **Вейвлет-анализ** – раздел ЦОС (цифровая обработка сигналов), который описывает правила обработки цифровых сигналов с помощью специальных математических функций – **вейвлетов**. Он включает в себя различные методы обработки сигналов с их использованием – **вейвлет-преобразование**.

Вейвлет-преобразование (ВП) –метод обработки сигналов, который заключается в переводе цифрового сигнала, представленного во временной области, в частотно-временную область с помощью вейвлетов.

В данной статье описывается исследование, цель которого –определение типа вейвлета, использование которого может показать наиболее высокую надежность и точность распознавания эмоций человека, и сравнение результатов вейвлет-преобразования с результатами других методов обработки речевых сигналов при решении задачи распознавания эмоций человека

(преобразование Фурье). Также в статье приведены достоинства и недостатки преобразования Фурье и вейвлет-преобразования.

Предметная область

Эмоция – субъективная реакция человека на воздействия внешних и внутренних раздражителей, отражающая их личную значимость для субъекта и проявляющаяся в виде удовольствия или неудовольствия [1].

Эмоции могут проявляться различными способами. Один из них – речь человека, испытывающего ту или иную эмоцию. При различных эмоцияхпараметры сигнала с речью человека, такие как частота сигнала и значение энергии сигнала на данной частоте, различаются (например, речь в состоянии спокойствия, возгласы при испытании радости или ругань при гневе). Отсюда можно сделать вывод, что **распознавание эмоционального состояния человека по его речи в принципе возможно**.

К. Изард выделяет следующие виды эмоций: страдание, гнев, отвращение, презрение, страх, стыд, радость, интерес, удивление [1]. Из этого списка были выбраны следующие 3 эмоции:

Гнев – отрицательная эмоция; возникает у человека при формировании серьезного препятствия на пути удовлетворения важной потребности.

Страх – отрицательная эмоция; возникает у человека при получении им информации об угрожающей ему опасности (мнимой или действительной).

Радость – положительная эмоция; возникает у человека в том случае, когда присутствуют возможности достаточно полно удовлетворить его актуальную потребность.

В рамках данного исследования автором этой статьи была введена еще одна эмоция – **норма**. Норма – нейтральная эмоция; возникает у человека при отсутствии воздействия на него внешних раздражителей.

Таким образом, были выбраны 4 вида эмоций для проведения исследования: **гнев, страх, радость, норма**. Автор выбрал именно эти виды эмоций ввиду того, что данные эмоции относительно легко отличаются друг от друга на слух и, следовательно, должны с относительно высокой точностью распознаваться с помощью ВП.

Задачи исследования

После определения предметной области исследования были сформированы следующие задачи:

1. Запись звуковых файлов с человеческой речью для 4 вышеуказанных эмоций.

2. Обработка записанных звуковых файлов.

3. Применение для всех записанных звуковых файлов с речью вейвлет-преобразования (с использованием нескольких вейвлетов) и другого метода обработки сигналов (преобразование Фурье).

4. Обработка и анализ полученных результатов с использованием методов математической статистики.

Ход исследования

Вначале была произведена **запись звуковых файлов с человеческой речью для 4 вышеуказанных эмоций** (гнев, страх, радость, норма). Были записаны голоса двух участников записи – девушки 21 года и парня 24 лет. На каждую эмоцию были записаны 460 звукозаписей с голосами дикторов, на которых они проговаривали определенный набор фраз на русском языке. Каждая звукозапись содержит голос определенного диктора, который проговаривает конкретную фразу. На каждую эмоцию в данном случае приходится 250 записей женского голоса и 210 записей мужского голоса. Длительность записанных звукозаписей составила от 2 до 6 секунд. Таким образом, общее количество звукозаписей составило 1840 (по 460 на каждую из 4 эмоций).

Все звукозаписи были записаны при следующих настройках: частота дискретизации – 8000 Гц, количество каналов – 1 (моно), расширение аудиофайлов – WAV.

После проведения записи была выполнена **обработка записанных звуковых файлов**. В данном случае обработка звукозаписей представляет собой приведение всех аудиофайлов к одинаковой длительности, а именно – *обрезка звуковых дорожек* таким образом, чтобы каждая новая звукозапись состояла преимущественно из записи голоса диктора. Обрезка звукозаписей

произведена для обеспечения возможности корректного сравнения матриц с вейвлет-коэффициентами между собой или спектров преобразования Фурье между собой. **При обработке звукозаписей с различными длительностями с помощью вейвлет-преобразования (преобразования Фурье) получаются матрицы вейвлет-коэффициентов (спектры преобразования Фурье) с различными размерами, что делает невозможным их сравнение между собой**. Длительность всех обработанных звукозаписей была принята равной **2 секундам**.

После обработки звуковых файлов к ним были **применены вейвлет-преобразование и преобразование Фурье**.

Вейвлет-преобразование (ВП), как было сказано ранее, переводит сигнал из временной области в частотно-временную область, что позволяет получить дополнительную информацию об анализируемом сигнале (изменение значений частотных компонент сигнала во времени). Для решения задачи распознавания эмоционального состояния человека используется **непрерывное вейвлет-преобразование (НВП)**, так как оно позволяет анализировать сигнал на произвольно выбираемых масштабах и частотах [2].

Масштаб в НВП – величина, обратно пропорциональная анализируемой частоте для сигнала. Конкретное значение масштаба однозначно определяет значение анализируемой частоты сигнала, которое принимает то или иное значение в зависимости от вида, используемого вейвлета.

В статье [2] приводится следующая формула НВП:

$$W_x(a,b) = \frac{\sqrt{a}}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega) * \Psi^*(a*\omega) * e^{i\omega b} d\omega, \qquad (1)$$

где: $W_x(a,b)$ – вейвлет-коэффициент, a – значение масштаба, b – отсчет амплитуды анализируемого сигнала, $X(\omega)$ – преобразование Фурье входного сигнала, $\Psi^*(a*\omega)$ – преобразование Фурье используемого вейвлета (звездочка обозначает операцию свертки сигнала с вейвлетом).

Но вычисление вейвлет-коэффициентов по формуле (1) невозможно, поскольку любой цифровой сигнал имеет конечное число отсчетов амплитуд. К тому же непосредственное вычисление интеграла требует значительных вычислительных ресурсов. Поэтому для выполнения вейвлет-преобразования сигнала нужно использовать дискретную версию формулы НВП, которая предложена в статье [2]:

$$W_x(m,n) = \frac{\sqrt{a_m}}{2\pi} \sum_{k=0}^{N-1} C_k * \Psi_\omega^*(k,m) * e^{\frac{2\pi i n k}{N}}, \qquad (2)$$

где: $W_x(m,n)$ –вейвлет-коэффициент для *n*-го отсчета амплитуды сигнала при *m*-ом значении масштаба, C_k– коэффициенты дискретного преобразования Фурье сигнала, $\Psi_\omega^*(k,m)$ – коэффициенты дискретного преобразования Фурье вейвлета, N –количество отсчетов амплитуды сигнала (длина сигнала).

Один вейвлет-коэффициент представляет собой комплексное число для определенной частоты в определенный момент времени. **Результатом вейвлет-преобразования является матрица вейвлет-коэффициентов размером m*n, где m – количество используемых масштабов (анализируемых частот), n – длина сигнала.**

Квадрат модуля вейвлет-коэффициента (вещественное число) пропорционален энергии сигнала данной частоты в данный момент времени. Поэтому имеет смысл исследовать матрицы коэффициентов $|W_x(m,n)|^2$, поскольку по значениям этих коэффициентов в определенные моменты времени и на определенных частотах можно определить принадлежность сигнала к той или иной эмоции.

Похожий алгоритм непрерывного вейвлет-преобразования реализован в системе научных вычислений MATLAB, которая и использовалась для проведения данного исследования. Для проведения вейвлет-преобразования использовалась встроенная функция *cwt* – функция непрерывного одномерного вейвлет-преобразования, которая используется для анализа одномерных

сигналов [3, с. 167-168] и располагается в *Wavelet Toolbox* – пакете расширения системы MATLAB, который предоставляет возможности для работы с вейвлетами как в командном режиме, так и с помощью средств графического интерфейса пользователя [3, с. 149].

Для решения задачи распознавания эмоций по голосу человека Голубинский А.Н. в своей статье рекомендует использовать вейвлет Морле, поскольку «частотно-временные характеристики данной функции аналогичны характеристикам базилярной мембраны» [2]. Поэтому для проведения исследования были выбраны следующие виды вейвлетов:

- **ВейвлетМорле вещественный**. Соответствующее обозначение в Wavelet Toolbox – morl. Задается следующей формулой [3, с. 138]:

$$\psi(x) = e^{-\frac{x2}{2}} \cos(5x) \tag{3}$$

- **ВейвлетМорле комплексный**. Соответствующее обозначение в Wavelet Toolbox – cmor. Задается следующей формулой [3, с. 134]:

$$\psi(x) = (\pi * FB)^{-0.5} * \exp(2\pi i x * FC) * \exp(\frac{-x^2}{FB}), \tag{4}$$

где: FB – положительный параметр ширины полосы частот,

FC –центральная частота.

- **Вейвлет Гаусса комплексный**. Соответствующее обозначение в Wavelet Toolbox – cgau5. Является производной от комплексной функции Гаусса, которая задается следующей формулой [3, с. 134]:

$$F(x) = C_p e^{-ix} e^{-x^2} \tag{5}$$

При выполнении задачи исследования № 3 к каждой аудиозаписи из выборки размером 460*4 была применена функция *abs(cwt).^2* (вычисление

квадратов модулей вейвлет-коэффициентов)с каждым из 3 выбранных вейвлетов. **Количество масштабов** выбрано во всех случаях одинаковое – **150**, причем значения масштабов для каждого из вейвлетов подбирались таким образом, чтобы полоса частот во всех случаях была одной и той же (8000-53,3 Гц, значение частоты с i-м порядковым номером масштаба равно 8000/i). **Длина каждой аудиозаписи равна 16000 отсчетам** (2 секунды при ЧД=8000 Гц). Таким образом, получено 5520 (460*4*3) матриц квадратов модулей вейвлет-коэффициентов размером 150*16000 (2400000 элементов). Примеры спектров НВП (матриц вейвлет-коэффициентов) представлены ниже.

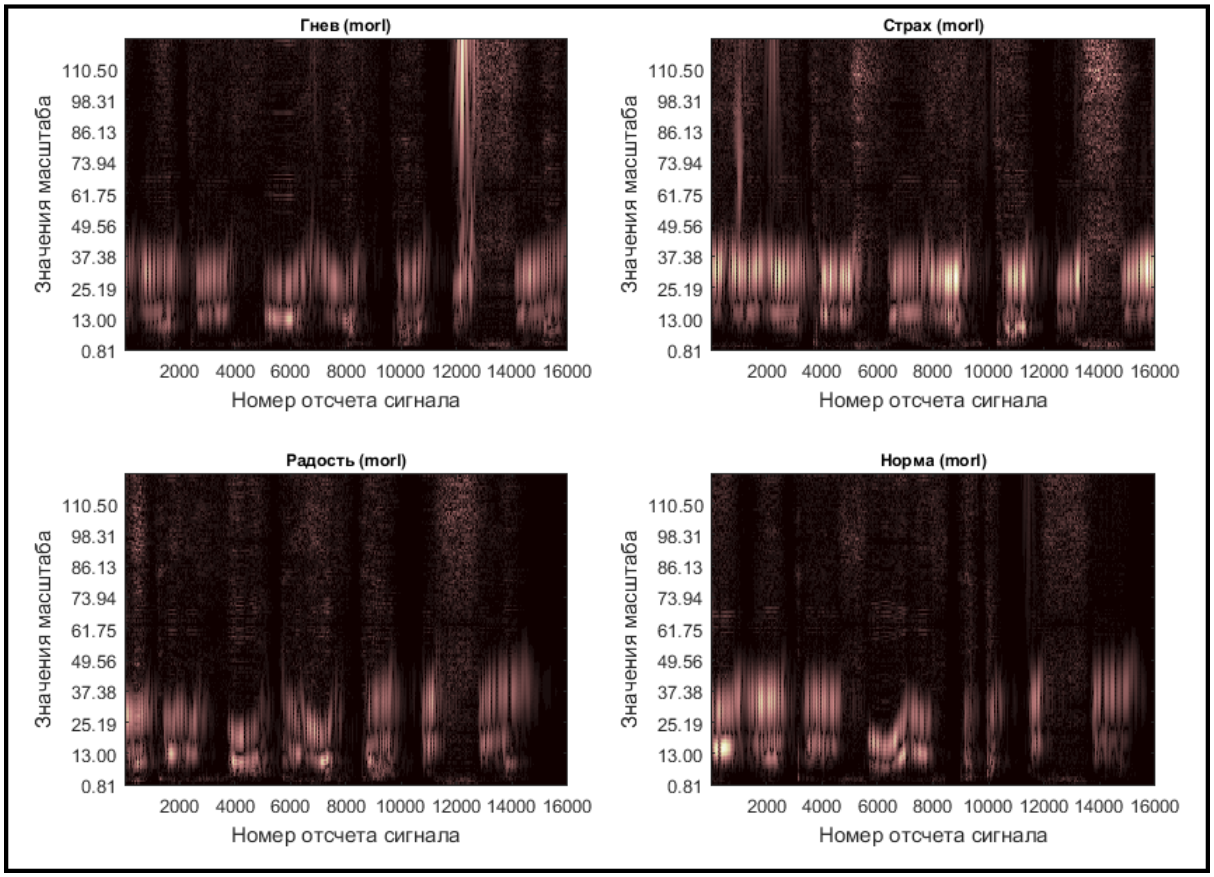


Рисунок 1. Примеры спектров НВП для различных видов эмоций

На этих графиках представлены значения коэффициентов $|W_x(m,n)|^2$ НВП4 звукозаписей с помощью вещественного вейвлета Морле. На данных звукозаписях одним из дикторов (девушка) проговаривается одна и та же фраза

4 различными голосами. Светлые области на графиках обозначают повышенную энергию сигнала; темные области – низкую энергию сигнала.

На этих же графиках можно увидеть, что:

- Гнев и радость ярче всего проявляются на повышенных частотах (значения масштаба 8-20, частоты 325-812,5 Гц);
- Страх лучше выражен на низких частотах (значения масштаба 25-40, частоты 162,5-260 Гц);
- Норма выражается на более высоких, чем страх, и на более низких, чем гнев и радость, частотах, (значения масштаба 15-40, частоты 162,5-433,3 Гц).

Преобразование Фурье (ПФ) – один из методов анализа сигналов, который заключается в переводе сигнала из временной области в частотную. ПФ задается следующей формулой [3, с. 48]:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt, \tag{6}$$

где: $F(\omega)$ – значение коэффициента ПФ для определенной частоты сигнала,

$f(t)$ – значение амплитуды анализируемого сигнала в момент времени t.

Результатом ПФ является спектр частот на промежутке $[0; ЧД)$ (ЧД – частота дискретизации), причем границы промежутка не изменяются вне зависимости от длины сигнала. Разность между двумя соседними отсчетами спектра ПФ равна $\frac{1}{t}$, где t – длительность сигнала в секундах, вне зависимости от ЧД сигнала.

В данном исследовании использовалась одна из разновидностей ПФ, которая называется **быстрое преобразование Фурье (БПФ)**, поскольку использование алгоритма БПФ позволяет значительно уменьшить время вычисления спектра ПФ. Рассматриваются значения квадратов модулей коэффициентов ПФ, которые так же, как и коэффициенты $|W_x(m,n)|^2$ НВП, прямо пропорциональны энергии сигнала на определенной частоте. Примеры спектров БПФ приведены ниже (примеры звукозаписей те же).

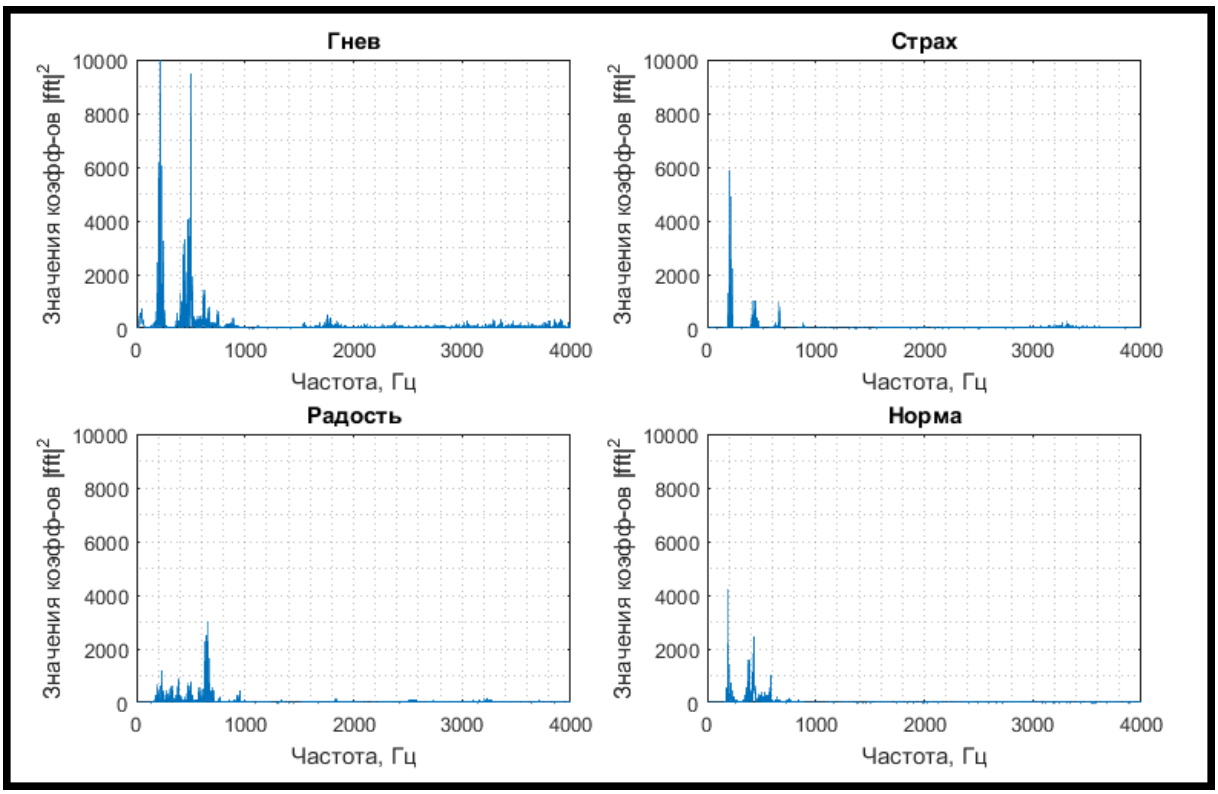


Рисунок 2. Примеры спектров БПФ для различных видов эмоций

В данном случае взяты левые половины спектров БПФ от 0 до 4000 Гц.

На данных графиках можно увидеть подтверждение ранее сказанного о диапазонах частот, на которых наиболее ярко выражены вышеуказанные эмоции. К тому же на этих графиках видны отличия значений энергии сигнала на различных частотах – у гнева она значительно выше, чем у других эмоций.

После применения алгоритмов НВП и БПФ к звукозаписям была произведена **обработка полученных результатов с использованием методов математической статистики**. Были выбраны 460 наборов по 4 матрицы вейвлет-коэффициентов и 460 наборов по 4 спектра БПФ, каждый из которых соответствует определенной фразе. Для каждого из наборов были вычислены *коэффициенты корреляции* матриц вейвлет-коэффициентов между собой и спектров БПФ между собой. Причем для матриц вейвлет-коэффициентов вычислялись значения коэффициентов **двумерной корреляции (корреляции между матрицами)** с помощью функции *corr2* системы MATLAB. Эта функция вычисляет коэффициент корреляции между матрицами Аи В размера m*n по следующей формуле [4]:

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \overline{A})(B_{mn} - \overline{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \overline{A})^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \overline{B})^2)}}, \quad (7)$$

где^ $\overline{A}$ и $\overline{B}$ – средние арифметические значения матриц А и В соответственно.

Затем были вычислены средние коэффициенты корреляции по каждому из 460 наборов коэффициентов корреляции для матриц вейвлет-коэффициентов НВП с использованием 3 видов вейвлетов и спектров БПФ. Таким образом, получены 4 матрицы корреляции, которые представлены ниже.

Таблица 1.

Матрица средних коэффициентов корреляции для матриц вейвлет-коэффициентов (вейвлет Морле вещественный)

Эмоция	Гнев	Страх	Радость	Норма
Гнев	1	0,12	0,14	0,13
Страх		1	0,09	0,11
Радость			1	0,14
Норма				1

Таблица 2.

Матрица средних коэффициентов корреляции для матриц вейвлет-коэффициентов (вейвлет Морле комплексный)

Эмоция	Гнев	Страх	Радость	Норма
Гнев	1	0,18	0,21	0,21
Страх		1	0,14	0,17
Радость			1	0,22
Норма				1

Таблица 3.

Матрица средних коэффициентов корреляции для матриц вейвлет-коэффициентов (вейвлет Гаусса комплексный)

Эмоция	Гнев	Страх	Радость	Норма
Гнев	1	0,18	0,23	0,22
Страх		1	0,15	0,18
Радость			1	0,24
Норма				1

Таблица 4.

Матрица средних коэффициентов корреляции для спектров БПФ

Эмоция	Гнев	Страх	Радость	Норма
Гнев	1	0,18	0,31	0,30
Страх		1	0,16	0,19
Радость			1	0,33
Норма				1

Из матриц видно, что все значения коэффициентов корреляции положительны. Значения коэффициентов корреляции в данном случае показывают различимость одной эмоции от другой. *Чем меньше значения коэффициентов корреляции, тем меньше зависят значения матриц вейвлет-коэффициентов/спектров БПФ для различных эмоций друг от друга и, следовательно, тем надежнее отличить одну эмоцию от другой и наоборот*. Из данных матриц корреляции можно увидеть, что **определить эмоциональное состояние человека по звукозаписилучше применением к ней НВП, чем применением БПФ** (по всем эмоциям вне зависимости от вейвлета). Причем **для решения задачи распознавания эмоций с помощью вейвлет-преобразования из всех рассмотренных вейлетов лучше всего подходит вещественный вейвлет Морле**, а НВП с использованием комплексного вейвлета Гаусса справилось с задачей распознавания эмоций хуже НВП с остальными вейвлетами, но лучше, чем БПФ.

В качестве доказательства значимости полученных коэффициентов корреляции были выдвинуты и проверены гипотезы о значимости коэффициента корреляции для всех полученных коэффициентов корреляции по методу, описанному в книге [5, с. 239-240]:

Для проверки значимости коэффициента корреляции нужно выдвинуть 2 гипотезы: H0 – коэффициент корреляции значимости не имеет, H1 – коэффициент корреляции значим. Затем вычислить наблюдаемое значение критерия:

$$T_{набл} = r_в \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_в^2}}, \qquad (8)$$

где^ $r_в$ – выборочный коэффициент корреляции, n – объем выборки.

После вычисления наблюдаемого значения критериянужно по таблице критических точек распределения Стьюдента по определенному уровню значимости α и числу степеней свободы $k = n - 2$ определить значение критической точки $t_{кр}(\alpha; k)$. Если $|T_{набл}| < t_{кр}$, то гипотеза Н0 принимается, иначе – отвергается и принимается гипотеза Н1.

Таким образом были проверены все полученные ранее коэффициенты корреляции. В данном случае выбран уровень значимости $\alpha = 0{,}01$ и объем выборки, равный количеству отсчетов в 1 спектре БПФ/матрице НВП, поскольку в каждом из данных наборов вычислялись коэффициенты корреляции между 4 спектрами/матрицами, которые представлены именно коэффициентами БПФ/НВП. Таким образом, для спектров БПФ $n = 8000$, $k = 8000 - 2 = 7998$, $t_{кр}(0{,}01; 7998) = 2{,}58$, для матриц НВП $n = 2400000$, $k = 2400000 - 2 = 2399998$, $t_{кр}(0{,}01; 2399998) = 2{,}58$. Применяя формулу (8), получены наблюдаемые значения критерия $T_{набл}$ от 14,14 до 387,92.

Таким образом, все значения $T_{набл}$превышают 2,58. Отсюда можно сделать вывод, что все полученные средние коэффициенты корреляции с вероятностью $1 - \alpha = 0{,}99$ значимы и, следовательно, значения спектров БПФ/матриц НВП для любых двух эмоций зависят друг от друга в той или иной степени.

Но при этом все равно эмоции можно относительно легко отличить друг от друга, причем с помощью НВП эмоции распознаются лучше, чем с помощью БПФ.

Отсюда можно сделать вывод, что с применением вейвлет-преобразования эмоции человека различаются лучше, чем с применением БПФ, причем **для распознавания эмоционального состояния человека лучше всего применять НВП с использованием вещественного вейвлета Морле**.

Но вейвлет-преобразование имеет недостаток: оно намного более затратно по времени выполнения из-за гораздо большего числа вычисляемых коэффициентов, чем БПФ. Эту проблему можно решить сжатием матриц вейвлет-коэффициентов, а именно – уменьшением размера строк матриц, при этом может снизиться качество распознавания эмоций. Поэтому вейвлет-преобразование в задаче распознавания эмоций лучше применять в тех случаях, когда не требуется обработка звукозаписей в режиме реального времени. В противном случае лучше использовать БПФ для обработки звукозаписей.

Список литературы:

1. Сущность, функции и виды чувств и эмоций. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://www.grandars.ru/college/psihologiya/emocii-i-chuvstva.html (Дата обращения 06.01.2018).
2. Голубинский А.Н. Выявление эмоционального состояния человека по речевому сигналу на основе вейвлет-анализа // Научная электронная библиотека «Киберленинка». – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: https://cyberleninka.ru/article/v/vyyavlenie-emotsionalnogo-sostoyaniya-cheloveka-po-rechevomu-signalu-na-osnove-veyvlet-analiza (Дата обращения 08.01.2018).
3. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 400 с.: ил. – (Серия «Полное руководство пользователя»).
4. 2-D correlation coefficient – MATLAB corr2 // MathWorks. – [Электронный ресурс] – Режимдоступа. – URL: https://www.mathworks.com/help/images/ref/corr2.html (Дата обращения 12.01.2018).
5. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. Пособие для студентов втузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 1979. – 400 с., ил.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА БИТРИКС24

Буткевич Алина Андреевна
студент,
кафедра математического моделирования и прикладной информатики,
ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: butkevichalina@yandex.ru

Зонов Роман Михайлович
студент,
кафедра математического моделирования и прикладной информатики,
ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова,
РФ, г. Санкт-Петербург

Игнатовская Дарья Дмитриевна
студент,
кафедра математического моделирования и прикладной информатики,
ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова,
РФ, г. Санкт-Петербург

В настоящее время конкуренция на всех уровнях рынка довольно высока. Чтобы компания могла «выиграть» клиента, она должна не только привлекать новых, но и удерживать уже существующих, для этого необходимо учитывать пожелания, интересы и потребности клиентов.

Такой подход к ведению бизнеса называется клиентоориентированным. Но при огромной клиентской базе учет интересов каждого клиента является труднодостижимой целью. Также большинство бизнес-компаний разных направленностей не могут обойтись без систем постановки учета проектов и задач.

Выходом из данной ситуации является внедрение в компании CRM-системы (от англ. Customer Relationship Management), что в переводе на русский язык звучит как «управление взаимоотношениями с клиентами».

Корпоративный Битрикс24 – облачная система, предназначенная для более эффективного выполнения совместной работы, в основе которого лежит идея социального интранета. Сервис объединяет в себе стандартные инструменты и социальный формат коммуникаций. Внедрение Битрикс24 позволяет сотрудникам

становиться более организованными: они смогут самостоятельно ставить себе задачи через сайт, получать задания от руководителя, передавать их часть своим коллегам, эффективно отвечать на звонки, скачивать документы и видео на диск, делать списки для задач, создавать отчеты, выполнять другие бизнес-процессы на сайте (например, интеграция и т. д.).

Деск-топ приложение «Битрикс 24» совместимо со всеми популярными операционными системами (Windows, Linux, Mac).

АИС «Битрикс 24» обеспечивает взаимодействие с внешними системами, не входящих в состав.

Интеграция с внешними системами исключает дублирование данных, а также перенос вручную из одной системы в другую. За счет этого снижается трудоемкость работы, снижается вероятность времени и значительно экономится время.

Вот что нам предлагает «Битрикс 24»

- Хранение данных внешней системы в базе данных информационной системы с помощью модуля «Электронный документооборот»;
- Благодаря интеграции с онлайн-сервисами Google Docs и Microsoft Office Online в «Битрикс24» можно открыть, посмотреть и внести изменения в файлы популярных форматов .doc, .docx, .xlc, .xlcx, .ppt, .pptx.
- Вы можете редактировать офисные документы прямо на портале - через браузеры MS Internet Explorer и Mozilla Firefox. Редактировать таким образом можно документы MS Office, OpenOffice и LibreOffice. Способ редактирования документов на портале в популярных браузерах работает не только под Windows, но и под Unix подобными системами и Mac. Для редактирования документов в Mozilla Firefox используется специальное расширение для Firefox -Интеграция с 1С-Битрикс: Корпоративный портал;
- Интеграция продукта «1С-Битрикс24» с системами «1С:Зарплата и Управление Персоналом» и «1С:Управление торговлей» позволяет обеспечить наличие на портале актуальных данных, таких как данные по сотрудникам, кадровым перестановкам и структуре компании;

- Интеграция с калькулятором банковской гарантии позволяет рассчитать стоимость банковской гарантии (БГ) на участие в аукционе или на исполнение контракта в большом количестве банков;
- Интеграция с IpТелефонией дает возможность звонков из Битрикс24 и получение информации о клиенте при входящих звонках;
- Интеграция с почтой. CRM Битрикс24 позволяет сделать процесс работы с клиентами прозрачным, доступным, теперь все письма хранятся в CRM и вы всегда сможете просмотреть всю историю работы с клиентом, узнать подробности заказа, увидеть какие вопросы, договоренности обсуждались;
- Возможность экспорта данных в Cvs, Excel и Outlook;
- Возможность импорта Gmail, Outlook, Yandex, Yahoo!Mail, Mail.ru из CSV;
- Коннектор к MS Exchange Server 2007/2010; MS SharePoint;
- Интеграция с MS Exchange Web Mail; (Viber, Telegram), «1С:ЗУП»
- Active Directory/LDAP Интегратор + NTLM;

Сравнительный анализ с аналогичными системами приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительный анализ

Характеристика	**Значение характеристики**		
	AmoCRM	**ASoftCRM**	**Битрикс24**
Цена за год лицензии (профессиональный пакет) Больше 100 работников	350000р	882000р	483560р
Бесплатная пробная версия	Да, 30 дней	Да, один пользователь	Да, не ограничено
Ведение списка контактных лиц	Да	Да	Да
Живая лента (Dachboard)	Да	Да	Да
Ведение списка сделок	Да	Да	Да
Ведение задач	Да	Да	Да
Ведение документооборота	Да	Да	Да
Отслеживание состояния продаж	Да	Да	Да
Интеграция с почтовыми клиентами	Да	Да	Да
Интеграция с MS Office	Да	Нет	Да
Отслеживание эффективности менеджеров	Да	Да	Да
Язык интерфейса	Русский	Русский	Русский

Наличие возможности интеграции данных с программными продуктами Microsoft Office, которые стали неотъемлемой частью работы с документами, является чуть ли не определяющим фактором выбора системы. По сравнению с более дорогостоящей системой ASoftCRM Битрикс 24 имеет большой плюс. Интерфейс пользователя Битрикса можно оценить на 4 из 5 баллов, так как в отличии от AmoCRM от не является гибким. AmoCRM имеет расширяемые поля в некоторых формах.

Но, как правило, пользователь больше заинтересован в функционале и стоимости программного продукта.

«Битрикс 24» идет на вершину рынка большими и уверенными шагами. Сервис постоянно дорабатывается, учитываются пожелания клиентом. Стоит отметить, что очень хорошо развита служба поддержки, в любое время суток Вам ответят и постараются помочь.

«Битрикс 24» использует достаточно большое количество предприятий, что свидетельствует о качестве данного продукта.

Список литературы:

1. Официальный сайт Битрикс24[электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: https://www.bitrix24.ru/ (Дата обращения 04.02.2018).
2. Центр поддержки разработчиков Битрикс24 [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: https://dev.1c-bitrix.ru/ (Дата обращения 04.02.2018).

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Ершов Василий Александрович
студент,
кафедра информатики и информационной безопасности
ФГБОУ ВПО МГТУ им. Г.И. Носова,
РФ, г. Магнитогорск
E-mail: thraal@yandex.ru

Михайлова Ульяна Владимировна
научный руководитель, канд. техн. наук,
доцент ФГБОУ ВПО МГТУ им. Г.И. Носова,
РФ, г. Магнитогорск

В настоящее время вопрос безопасности информации, обрабатываемой с использованием автоматизированных систем играет важную роль. Всё большее количество пользователей используют компьютеры для оплаты услуг в сети интернет, а также хранения конфиденциальных данных. Вместе с тем растёт и опасность утечки персональных данных пользователей, ведь как показывает практика далеко не все пользователи уделяют достаточное внимание защите своих данных.

В данной статье рассмотрена такая проблема как безопасность сетевых устройств, передающих информацию в сети интернет. Именно эти устройства являют собой основной барьер для злоумышленников на пути к получению конфиденциальных данных.

Для проведения тестов, мною выбраны ip-адреса г. Магнитогорск, для этого использован электронный ресурс https://suip.biz.

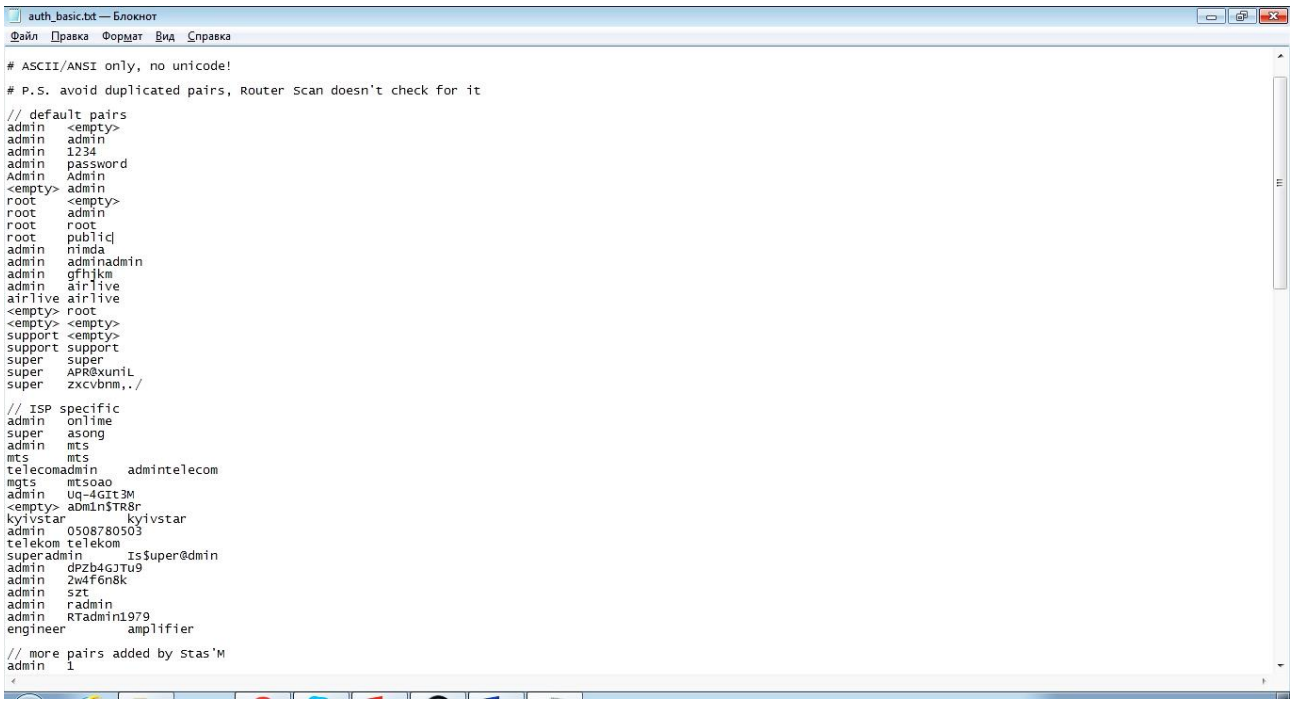
Отчёт с сайта suip.biz/ru/

```
5.101.88.0-5.101.88.255
31.47.112.0-31.47.127.255
46.16.13.0-46.16.13.255
46.167.64.0-46.167.103.255
46.167.104.0-46.167.111.255
46.167.112.0-46.167.119.255
46.167.120.0-46.167.127.255
62.33.191.32-62.33.191.63
62.148.224.0-62.148.224.255
62.152.60.236-62.152.60.239
62.152.60.244-62.152.60.247
62.165.42.168-62.165.42.175
62.165.48.0-62.165.48.255
62.165.49.0-62.165.49.255
67.159.5.249-67.159.5.249
77.220.205.0-77.220.205.255
79.134.0.0-79.134.1.127
79.134.1.128-79.134.6.255
79.134.7.0-79.134.7.255
79.134.8.0-79.134.10.255
79.134.11.0-79.134.11.255
79.134.12.0-79.134.12.255
79.134.13.0-79.134.13.255
79.134.14.0-79.134.15.255
79.134.16.0-79.134.27.255
79.134.28.0-79.134.28.255
79.134.29.0-79.134.29.255
79.134.30.0-79.134.31.255
80.237.47.0-80.237.47.63
80.244.32.0-80.244.33.255
80.244.36.0-80.244.36.255
80.244.37.0-80.244.38.255
```

Рисунок 1. Список ip – адресов г. Магнитогорск

Данные ip – адреса взяты исключительно в исследовательских целях, для составления более точной статистики использованы случайным образом выбранные адреса.

Для того чтобы вручную не проверять стойкость устройств, воспользуемся автоматизированным программным средством, которое включает в себя набор инструментов для диагностики сетевой безопасности, в том числе атака методом полного перебора. Следует отметить что для подбора паролей и логинов пользователей методом перебора использована база самых широко используемых комбинаций, не обеспечивающих достаточный уровень защищенности. Пример базы продемонстрирован на рисунке 2.



```
auth_basic.txt — Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

# ASCII/ANSI only, no unicode!

# P.S. avoid duplicated pairs, Router Scan doesn't check for it

// default pairs
admin   <empty>
admin   admin
admin   1234
admin   password
Admin   Admin
<empty> admin
root    <empty>
root    admin
root    root
root    public
admin   nimda
admin   adminadmin
admin   gfhjkm
admin   airlive
airlive airlive
<empty> root
<empty> <empty>
support <empty>
support support
super   super
super   APR@xuniL
super   zxcvbnm,./

// ISP specific
admin   onlime
super   asong
admin   mts
mts     mts
telecomadmin    admintelecom
mgts    mts0ao
admin   Uq-4GIt3M
<empty> aDm1n$TR8r
kyivstar        kyivstar
admin   0508780503
telekom telekom
superadmin      Is$uper@dmin
admin   dPZb4GJTu9
admin   Zw4f6n8k
admin   szt
admin   radmin
admin   RTadmin1979
engineer        amplifier

// more pairs added by Stas'M
admin   1
```

Рисунок 2. Комбинации логин/ пароль для атаки методом перебора

В главном окне программы Router Scan вводятся необходимые данные для проведения анализа:

- порты устройств;
- ip – адреса(в том числе диапазоны);
- файл содержащий базу комбинаций логин/пароль;
- дополнительные модули для проведения диагностики;

Главное окно программы изображено на рисунке 3.

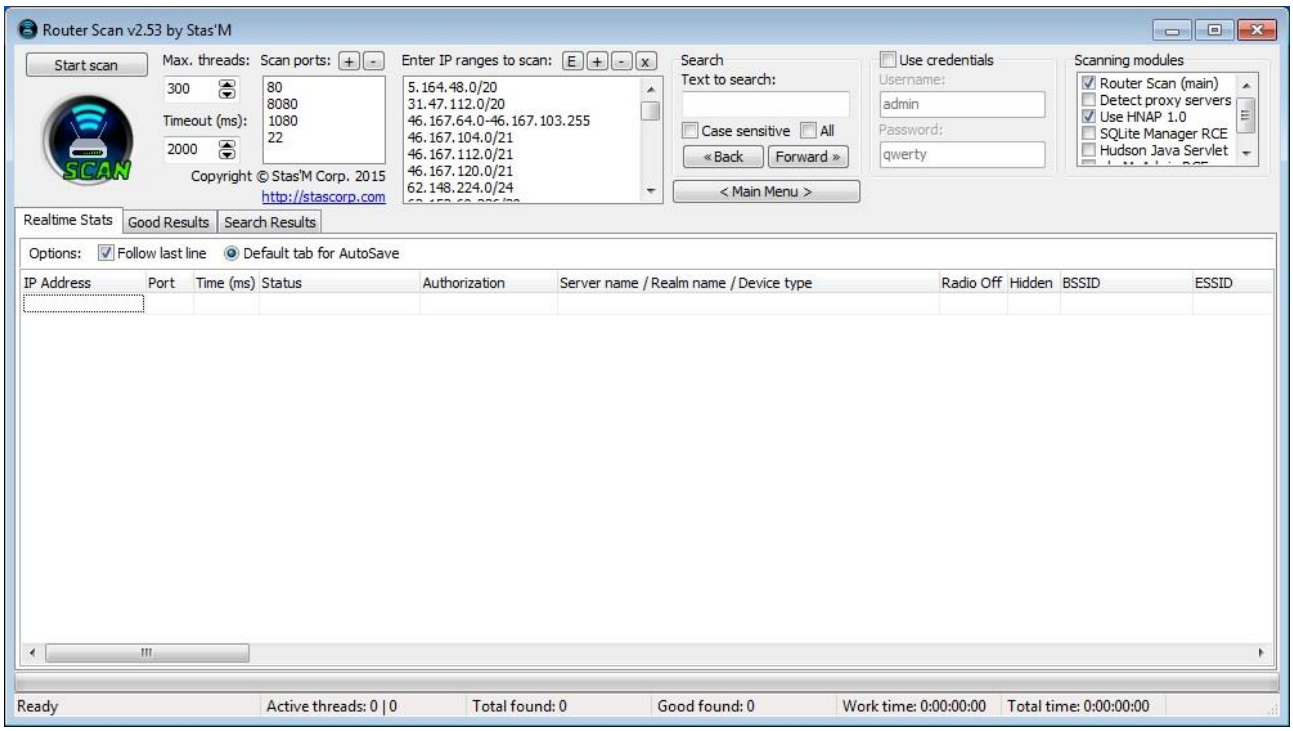


Рисунок 3. Главное окно программы Router Scan

Задав все необходимые параметры переходим к сканированию.

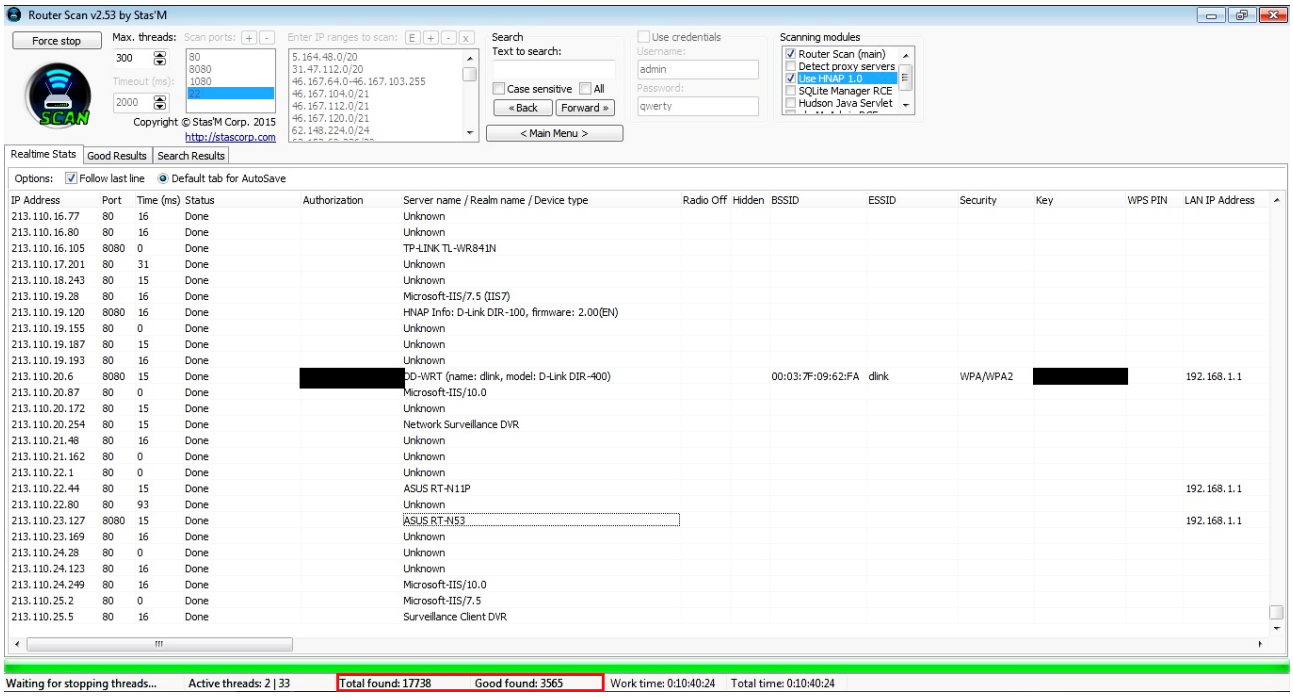


Рисунок 4. Результат работы программы Router Scan

Результат сканирования показал, что 3565 из 17738 устройств, подключенных к сети internet не показали даже минимальный уровень стойкости к самым распространенным атакам.

В заключении отмечу что для обеспечения достаточного уровня защищенности необходимо использовать буквенно-символьные комбинации паролей, в разных регистрах длинной не менее 8 символов, а также регулярно менять логины и пароли на всех используемых устройствах.

Список литературы:

1. Баранкова И.И. Компетентностно-ориентированный подход к формированию лабораторий учебно-тренировочных средств при подготовке специалистов в области информационной безопасности // Информационное противодействие угрозам терроризма. - 2015. - Т. 1. - № 25. С. 46-50.
2. Баранкова И.И., Михайлова У.В., Лукьянов Г.И. Прогнозирование локальных и внешних угроз на информационные серверы предприятия // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. - 2017. - Т. 1. С. 217-220.
3. Баранкова И.И., Михайлова У.В., Самохвал В.Д., Огонесян Ш.У. Анализ информационных угроз ВУЗА // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. - 2013. - Т. 2. - № 71. С. 157-159.
4. Михайлова У.В., Хусаинов А.А. Особенности и проблемы, возникающие при разработке моделей угроз информационной безопасности // Безопасность информационного пространства: сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Министерство образования и науки РФ Координационный совет по подготовке (переподготовке) и повышению квалификации кадров в области защиты информации в Уральском федеральном округе федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганский государственный университет» Научный редактор - Д.И. Дик. - 2016. С. 72-75.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ IOT В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Перминова Анастасия Александровна
магистрант,
кафедра И9 «Систем управления и компьютерных технологий»,
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: nastia-dogf@mail.ru

IOT (Internet of Things) переводится с английского как «интернет вещей». Чтобы понять, что же стоит за этим понятием стоит разобраться с определением данного словосочетания. Уже сразу вы столкнетесь с проблемой большого количества разных определений представленного термина. Есть два ключевых понятия, которые являются наиболее цитируемые и уважаемые. Одно из них трактовано аналитической компанией Gartner, как сеть физических объектов, объединенные встроенной технологией, которая позволяет этим объектам измерять различные параметры, использовать и передавать эту информацию. В данном определении отсутствует понятие «Интернет». Иными словами, говоря о системе «Интернет вещей», не утверждается, что она является частью Интернета. Отсюда и выражение одного из специалиста по IOT Мэта Трака (Matt Turck), управляющего директора компании FirstMark Capital, «по иронии, несмотря на название “Интернет вещей”, сами вещи часто связаны с помощью M2M-протоколов, а не самого Интернета». Еще одно определение данного понятия дает Cisco Business Solutions Group (CBSG), IOT — это состояние Интернета начиная с момента времени, когда количество «вещей или объектов», подключенных к Всемирной сети, превышает население планеты. По данным компании CBSG, между 2003-м и 2010-м годом, благодаря росту количества использования смартфонов и планшетов, с функцией подключения к сети интернет, количество подключенных устройств, превысило население планеты, что и стало переходом в состояние «Интернет вещей».

Таким образом, становится понятно, насколько такие системы актуальны в настоящее время. Уже сейчас возможности IOT-системы возможно применить в любой сфере нашей жизни. К примеру, в квартире, у простого обывателя,

может быть не один предмет повседневного использования, который работает на основе такой системы. К ним относятся «умные» чайники, которые пришлют оповещение на телефон что вода вскипела, «умные» розетки, позволяющие удаленно управлять приборами, подключенными к ним, да большинство из того что имеет приставку «умный» почти наверняка работает по принципу «интернета вещей». Но не только отдельные предметы обихода могут быть частью системы, любые процессы автоматизации могут дополнены и улучшены с помощью IOT-систем. Отсюда появляются не только «умные» фермы и «умные» дома, но и «умный» завод, «умный» город. Привлекательность «умных» городов - это использование информационных технологий для улучшения управления и планирования использования ресурсов городской территории. Преимущества «умных» городов образуются путем сбора и обработки данных из городских государственных служб и коммунальных компаний, таких как информация о дорожном движении и потребление воды, а также жителей города и его посетителей. «Умные» города в идеальном случае предполагают сбор данных в режиме реального времени, обработки и вмешательства, позволяя государственным службам адаптироваться к новым условиям по мере их изменений, а также улучшение планирования. Например, ограничения скорости движения могут адаптироваться к условиям движения в городе или загрязнению воздуха, общественный транспорт может быть под более точным контролем, распределяется и перераспределяется загруженность маршрутов, а сотрудники правоохранительных органов передислоцируются более эффективно при необходимости. Или процесс сбора мусор: система отслеживает, на сколько заполнен контейнер, при полной его загруженности водителю дается разрешение на вывоз мусора на свалки. При этом система отслеживает весь путь и строит маршрут таким образом, что идет минимально возможный расход топлива и времени в пути.

Если же рассматривать производство на IOT-платформе, то представьте, что рабочему необходимо задать только параметры для фрезеровочного станка, а все остальное: состояние станка, планирует замену расходного материала,

при чем заказ идет непосредственно на завод изготовитель этих деталей. Таким образом минимизируется участие человека в процессе производства. На рисунке 1 представлена модель на основе IOT-системы, с переходом от M2M технологии. Как раз на рисунке хорошо видно, что не только пользователь может взаимодействовать с различными компонентами входящих в сеть, но и сами «вещи» могут взаимодействовать друг с другом.

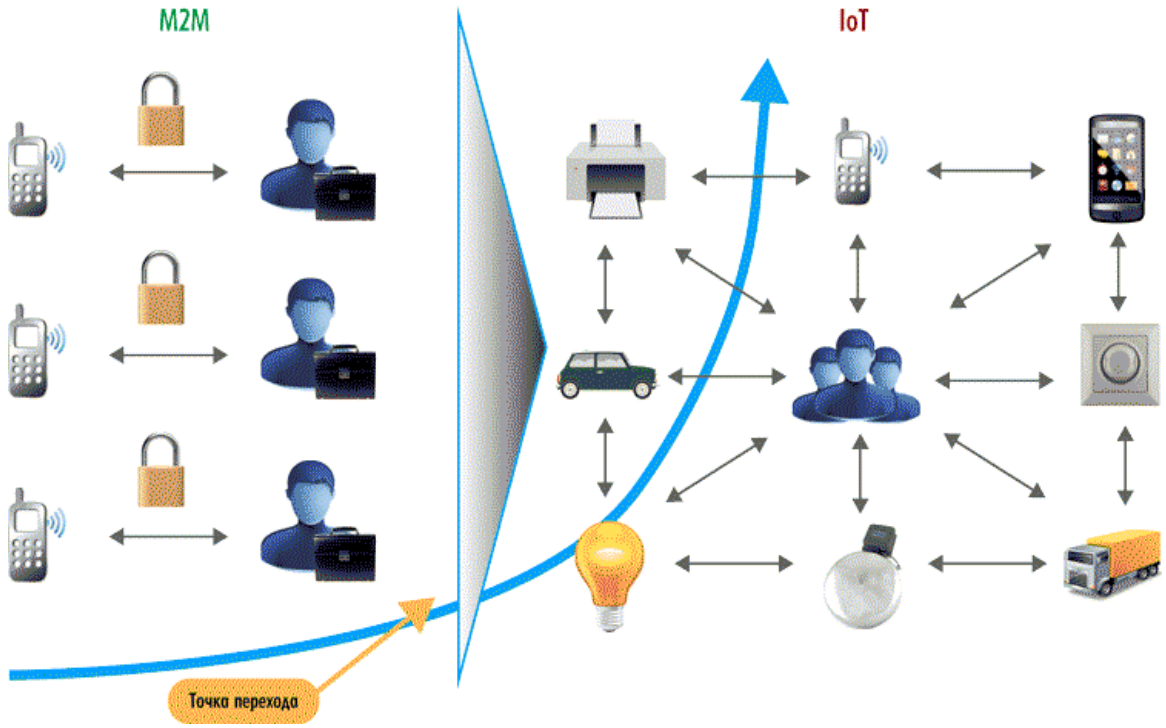


Рисунок 1. Переход от технологий M2M к технологиям IOT

Разная трактовка понятия «интернет вещей» связанна с тем, что данная область стремительно развивается, открывая все новые и новые возможности и технологии использования. На рисунке 2 как раз ярко проиллюстрировано данная эволюция, а какие возможности откроются далее, остается только догадываться и ждать.

Рисунок 2. Эволюция технологии «Интернет вещей»

На рисунке 3 представлена типовая IOT-архитектура, которую предлагает компания Microsoft.

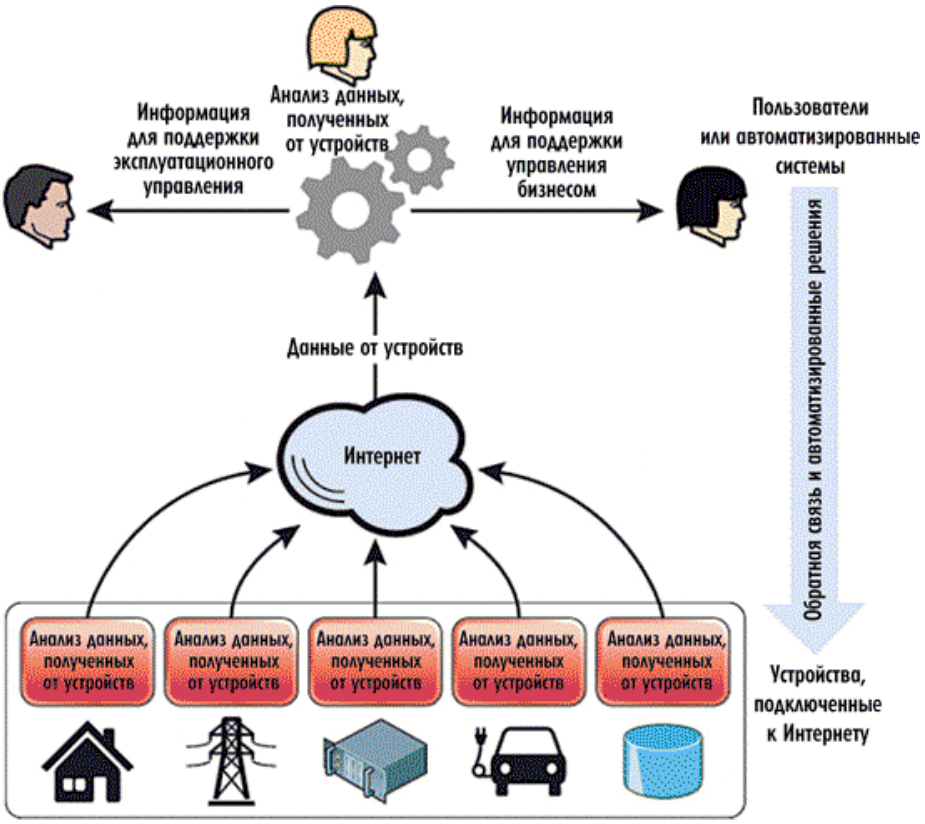


Рисунок 3. Типовая архитектура IOT-приложений

На данный момент имеется около 450 различных IOT-платформ [1]. Основные сферы использования - это около 32 % промышленное производство, а 22 % это «умные» устройства. Если рассматривать потребителей, то большая часть продуктов для них, это категория «домашний обиход». Но не малую долю составляют такие сферы как здоровье и розничная торговля.

Таким образом, в настоящее время использование технологии «интернета вещей» открывает почти безграничные возможности, позволяющие улучшить качество жизни. Но при всей своей перспективности, повсеместное внедрение данной технологии имеет ряд проблем. Главная из которых - это человеческий фактор. Выражается это в недоверии по отношению к компьютеризации жизни, а так же уменьшении количества рабочих мест. Чтобы добиться большого успеха во внедрении технологии «интернета вещей» в нашу жизнь, необходима большая работа на уровне государства.

Список литературы:

1. IoT Platforms Company List 2017 [Электронный ресурс] //Режим доступа. URL: https://iot-analytics.com/iot-platforms-company-list-2017-update/ (Дата обращения: 30.01.2018).

АНАЛИЗ БАЗОВЫХ АСПЕКТОВ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ ВОЙНЫ

Темлюков Дмитрий Александрович
студент, кафедра ИУ6, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва
E-mail: dimass244@yandex.ru

Андреев Арк Михайлович
научный руководитель, канд. техн. наук,
доцент ИУ6, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва

Введение

Традиционная современная военная доктрина большинства стран отдает предпочтение наращиванию огневой и ударной мощи за счет увеличения количества и технологической модернизации летального вооружения и военной техники.

Свой вклад в развитие традиционных видов вооружений на протяжении многих лет вносили ведущие мировые ученые.

На сегодняшний день в развитие военно-промышленного комплекса разными странами вложены огромные денежные средства. Эти средства вкладывались не единовременно, а на протяжении ряда лет и десятилетий. Поэтому, отказ от традиционной военной стратегии и переход на новые принципы ведения боевых действий многими специалистами оценивается скептически [2], в первую очередь по финансовым соображениям.

Историческую параллель в данном случае можно провести со средствами массовой информации. Появление электронных СМИ на первых порах печатными изданиями в серьез не воспринималось, а владельцы газет и журналов, вкладывавшие материальные средства в развитие бизнеса, ожидали своей прибыли. Но стремительное развитие сети Интернет внесло существенные коррективы в планы печатных издателей, а некоторые популярные издания отказались от печатных материалов и стали электронными СМИ.

Разумеется, сегодня достижения вычислительной техники широко используются в производстве различных видов вооружения, но современные

вычислительные системы, это не только быстрые процессоры и большие массивы памяти, это еще и мощные каналы связи с большой пропускной способностью, открывающие не мыслимые ранее возможности по передаче информации. Именно в использовании развитых коммуникационных средств увидели ученые Пентагона основу своей будущей военной доктрины.

Обзор терминологии

За многовековую историю войн внутреннее содержание боевых действий не изменилось, несмотря на широкое разнообразие используемых методов и средств. Их суть сводится к нейтрализации или физическому уничтожению вооруженных сил и обеспечительной инфраструктуры противника, с последующим перераспределением социально-значимых ролей, влияющих на развитие общества.

На сегодняшний день нет оснований полагать, что конечные цели военных конфликтов могут сколько-нибудь существенно измениться в обозримом будущем.

Весь период, с момента окончания Второй мировой войны, армия США активно развивала концепцию бесконтактной и дистанционной войны, о чем свидетельствовали атомные бомбардировки в августе 1945 г. японских городов Хиросимы и Нагасаки и «ковровые» бомбардировки на территории Вьетнама. Однако бурное развитие вычислительных систем и в первую очередь сети Интернет дало возможность ученым Пентагона сформировать новую концепцию ведения войны.

Термин «Network-Centric» впервые начали использовать специалисты компьютерной индустрии, при описании взаимодействий между вычислительными системами, работающими под управлением различных операционных систем. Для того момента времени это было почти фундаментальным прорывом в сетевых технологиях.

Одними из первых открывшиеся перспективы увидели американские военные.

В русском языке фраза «сетецентрическая война» появилось как смысловой перевод с английского термина «Network-Centric Warfare», который ввели в [4] А. Себровски и Дж. Гарстка. Этим термином они определили концептуально новую стратегию ведения боевых действий войсками армии США.

В основе концепции сетецентрической войны лежат следующие гипотезы [1]:

1. оснащенные надежными современными сетевыми коммуникациями войска, выходят на качественно новый уровень передачи информации;

2. высокий уровень передачи информации повышает ее качество и обеспечивает высокий уровень общей информированности участников;

3. полная и своевременная осведомленность войск о происходящем на всем театре боевых действий дает возможность обеспечить эффективное сотрудничество и синхронизацию действий, вследствие чего, возрастает скорость и эффективность выполнения боевых задач.

Таким образом, концепция сетецентрической войны, в отличие от традиционной военной доктрины, первостепенной задачей ставит не увеличение огневой мощи, а надежные средства коммуникации, вследствие чего войска в первую очередь оснащаются не новейшими вооружениями, а передовыми средствами связи.

Анализ концепции

На рисунке 1 обобщенно изображена модель концепции «сетецентрической» войны [4].

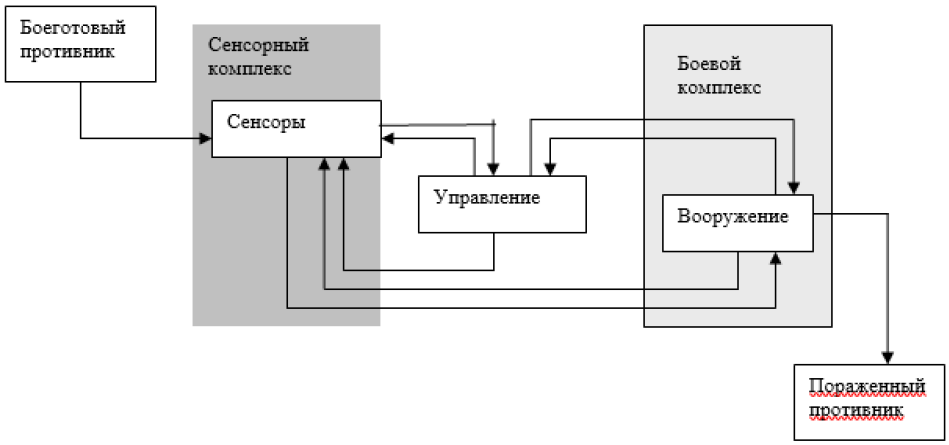


Рисунок 1. Модель концепции «сетецентрической» войны

Основным преимуществом сетецентрической военной концепции является информационное преимущество над противником, достигаемое за счет использования информационной сети, в которую объединяются:

- сенсоры, служащие источниками данных;
- командование, принимающее решения;
- вооруженные силы, обеспечивающие поражение противника.

Разработчики сетецентрический концепции утверждают, что для предлагаемого ими подхода к ведению боевых действий характерны быстрое управление войсками и их способность к самосинхронизации, то есть военные структуры при определенных условиях могут самоорганизовываться без указаний командования, что в целом противоречит строго вертикальному стилю управления в вооруженных силах.

Заключение

В целом, сетецентрическая военная концепция не нова. Еще в 80-х прошлого столетия Маршал Советского Союза, начальник ген. штаба, 1-й заместитель министра обороны Огарков Николай Васильевич в своей доктрине «Умное производство» описывал аналогичную военную концепцию. Эта доктрина некоторое время продвигалась в советской армии, но уровень развития вычислительной техники того времени не позволил реализовать эту концепцию.

В настоящее время Вооруженные силы РФ обеспечивают безопасность страны руководствуясь традиционной стратегией ведения боевых действий, направленной на подавление противника огневой мощью.

Армии США и Великобритании, по утверждению ряда их представителей и мнению аналитиков [3] в ходе войны в Ираке действовали в соответствии с сетецентрической концепцией, что позволило им в кратчайшие сроки одержать победу над превосходящими силами противника.

Проведенный анализ базовых аспектов сетецентрической военной концепции армии США делает возможным исследование ее математической модели и программной реализации.

Список литературы:

1. Буянов Б.Б., Лубков Н.В., Поляк Г.Л. Математическая модель длительного вооруженного конфликта // Проблемы управления. 2007. —5.С. 48-51.
2. Кондратьев А. «Сетецентрические» концепции ведущих зарубежных стран // Армейский сборник: Научно-методический журнал МО РФ. — М.: Редакционно-издательский центр МО РФ, 2013. — № 03. — С. 36-42
3. Савин Л. Сетецентричные боевые действия // Новые способы ведения войны: как Америка строит империю. — Санкт-Петербург: Питер, 2016
4. Cebrowski Arthur K. and John J. Garstka. Network-Centric Warfare: Its Origins and Future.U.S. Naval Institute Proceedings, January 1998.

СЕКЦИЯ

«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИКИ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СИСТЕМ ПЛАЗМОТРОНА

Андренов Артем Алексеевич
бакалавр, электротехнический факультет ВСГУТУ,
РФ, г. Улан-Удэ
E-mail: andryonov_artyom@mail.ru

Хаглеев Андрей Николаевич
научный руководитель, младший научный сотрудник, электротехнический факультет ВСГУТУ,
РФ, г. Улан-Удэ
E-mail: khagleev@yandex.ru

Григорьев Денис Павлович
главный специалист по локальной сети МКУ АМОБР РБ,
РФ, г. Улан-Удэ

Дарханов Антон Витальевич
заведующий цифровой лабораторией «AlfaLab»,
РФ, г. Улан-Удэ

Введение

Микропроцессорные технологии дают возможность автоматизировать любые процессы – от бытовых до промышленных. Функциональные возможности и совершенствование элементной базы микропроцессорных устройств постоянно развиваются. В этой связи растет интерес к применению систем управления и мониторинга, реализуемых на микроконтроллерах. Такие автоматические системы отличаются быстродействием, многофункциональностью, отсутствием ошибок вследствие «человеческого фактора», гибкостью и возможностью модернизации. В опасных для здоровья и жизни человека отраслях производства внедрение автоматизированных систем управления повышает безопасность и надежность работы [1].

На сегодня, развитие промышленности во многом зависит от электротехнологий. К их числу относятся плазменные технологии, применяемые в энергетической, металлургической, химической, машиностроительной и др. областях производства. Источники высокотемпературных потоков в данных электротехнологиях – электродуговые нагреватели (плазмотроны), являющиеся часто наиболее ответственными узлами технологических установок. Переход автоматики плазмотрона с аналоговой на цифровую комплектацию повысит износостойкость электродов, точность измерений, плавность управления, помехоустойчивость, скорость срабатываний исполнительных органов, помехозащищенность и уменьшить габариты установки. Ряд таких характеристик важен для эффективного и устойчивого ведения длительного (4-8 часов и более) технологического процесса (растопки котлов ТЭС) [2].

Целью работы является разработка системы автоматики для высокоэффективного, ресурсосберегающего процесса работы плазмотрона. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выявить недостатки работы аналоговой системы;
- исследовать работу автоматики на цифровой базе;
- провести сравнительный анализ различных способов реализации программного управления и мониторинга процессов.

Описание установки

В данной работе предлагается разработанная система автоматизации и мониторинга работы плазменной системы на основе цифровых устройств и микроконтроллера.

Рассмотрим принципиальную схему автоматики плазмотрона, представленной на рисунке 1.

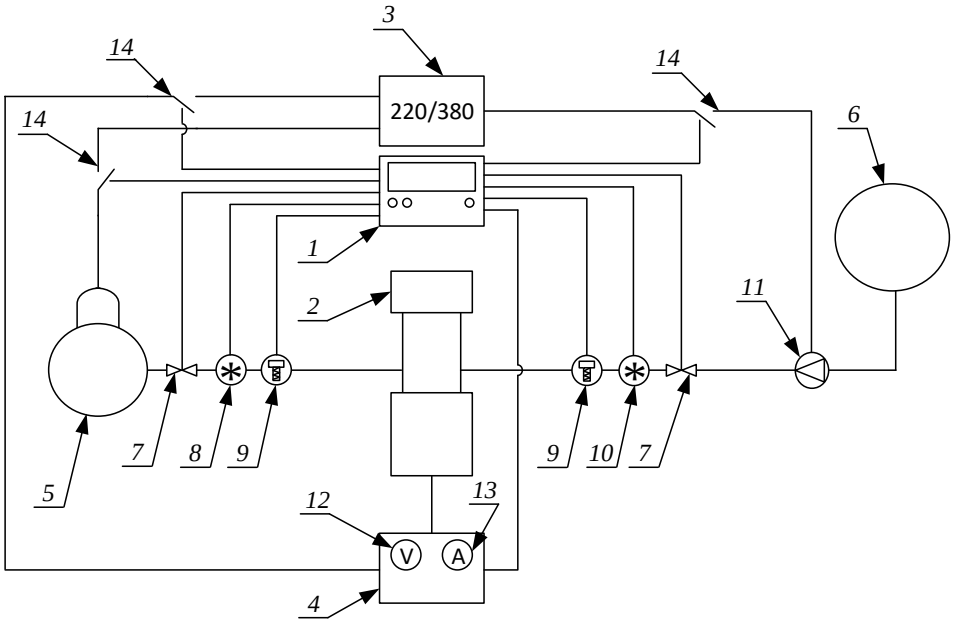


Рисунок 1. Схема питания и автоматики плазменной системы

Лабораторный прототип автоматики плазматрона (2) в качестве агента применяет газ, угольную пыль и др. Агент поджигается дугой, которая поддерживается компрессором (5) системы газообеспечения. Система охлаждения регулирует температуру установки в заданном диапазоне за счет циркуляции жидкости сетевым насосом (11) из емкости (6). На пульте управления (1) осуществляется сбор и учет данных с датчиков температуры (9), расхода рабочего газа (8) и жидкости (10). Датчики установлены в питающих трубах систем охлаждения и газообеспечения. Также пульт управления позволяет управлять реле (14) и запорной арматурой (7). Благодаря беспрерывному мониторингу входных данных с измерительных приборов - осуществляется регулирование длины и интенсивности горения факела, уменьшение эрозии катода путем применения автоматического управления электрическими показателями. Контроль за электрическими показателями источника питания (4) дуги плазмотрона осуществляется вольтметром (12) и амперметром (13). Источник питания подключается к сети через развязывающий трансформатор (3), исключающий попадание в сеть высокочастотных сигналов (гармонических составляющих). Питание систем автоматики производится от сетевого напряжения.

Аппаратная часть

Для перевода системы автоматики на цифровую базу используется платформа Arduino на базе микроконтроллера ATmega1280.

Мониторинг работы плазматрона осуществляется с помощью сенсорного дисплея марки Nextion со встроенным 32-разрядным процессором и видеокартой.

Контроль и учет показателей всех систем реализуется на:

- цифровых датчиках-расходомеров скорости потока рабочего газа и охлаждающей жидкости, работающих на эффекте Холла;
- цифровых герметичных датчиках температуры рабочего газа и охлаждающей жидкости в питающих трубах;
- понижающих трансформаторах тока и напряжения.

В качестве исполнительных органов используется:

- запорная арматура с электроприводом для регулирования потоков рабочего газа и жидкости;
- полупроводниковые и механические реле и тиристоры для коммутации электрических сетей;
- световая сигнализация для визуального предупреждения о критическом изменении показателей систем.

Характеристики указанных устройств и датчиков в полной мере соответствуют поставленным задачам. Цифровая аппаратная часть дает более точный и помехоустойчивый сигнал, чем их аналоговые прототипы, а также в меньшей степени страдает от разных факторов – температуры окружающей среды, напряжения питания, старения компонентов и т. д.

Программная часть

Разработана программа автоматического управления и мониторинга работы систем плазмотрона в среде разработки Arduino IDE [3] с использованием языка программирования Processing. Данный язык является адаптацией C/C++ и ориентирован на создание устройств прикладного характера.

Визуализация и touch-управление реализованы в среде разработки Nextion Editor. Преимущество Nextion Editor заключается в наличии библиотеки с

набором готовых компонентов, загружаемых в память дисплея марки Nextion, возможности интуитивного программирования.

В программной части можно выделить основные модули:

1) определение контактов подключения входных и выходных данных к микроконтроллеру и подключение библиотек для использования цифровых устройств;

2) определение начальных условий и инициализация параметров подключаемых устройств;

3) обработка входных и формирование управляющих сигналов.

Следует отметить особенности реализации программного обеспечения для автоматического управления системами плазматрона. Микроконтроллер одновременно получает информацию с нескольких цифровых датчиков при этом одновременно управляет несколькими устройствами, поэтому возникает необходимость отказа от функции ***delay*** *(миллисекунды)*. Ее использование приостанавливает активность платформы, что может сказаться на быстродействии системы автоматизации, на точность измерений, вызвать ложные срабатывания или не срабатывания исполнительных устройств. При этом неточности и ошибки возрастают с увеличением параметра функции ***delay*** *(миллисекунды)*. В то же время, многие цифровые датчики и методы обработки сигналов требуют временных задержек. Поэтому необходимо использовать функцию ***millis*** *()*, возвращающую количество миллисекунд с начала старта программы без остановки выполнения основной программы.

В результате конструкция типа:

операция;

delay*(миллисекунды);*

операция;

заменяется на:

if (millis*() – задержка > уставка по времени)*

{операция;}

Для повышения точности измерений цифровыми датчиками предлагается использовать функцию ***attachInterrupt*** (*номер прерывания, обработчик прерывания, условие прерывания*). Количество входов с прерываниями варьируется от типа микроконтроллера. В качестве обработчика прерываний используется отдельная функция. Условием прерывания является изменение сигнала на входе.

Прерывание в разработанной автоматической системе управления и мониторинга используется для более точного и качественного сбора данных, а также для управления системой со стороны пользователя.

Анализ различных функций обработки сигналов с датчиков расхода рабочего газа и жидкости показал, что функция ***attachInterrupt*** *()* обеспечивает постоянную фиксацию изменения сигнала. В других функциях, например, ***pulseIn*** *(номер вывода, характер импульса)*, наблюдается потеря части информации из-за меньшего приоритета в программном коде.

Функция ***attachInterrupt*** *()* используется для реализации связи и беспрерывной передачи данных для мониторинга пользователем, так как прерывания позволяют некоторым важным задачам выполняться в фоновом режиме и по умолчанию включены. Сенсорный дисплей Nextion подключается на цифровые выходы 2 TX и 3 RX платформы Arduino:

SoftwareSerial nextion*(2, 3)*;

Дисплей выполняет функции пульта управления и мнемосхемы работы установки, являющийся полноценным автоматизированным рабочим местом. Основная функция – отображение параметров всех систем плазматрона на экран, кроме этого был организован и двусторонний обмен информацией Arduino ↔ Nextion, позволивший пользователю вводить ступени регулирования запорной арматуры на сенсорном дисплее в зависимости от уставок по температуре и скорости потоков рабочего газа и жидкости.

Функциональная схема алгоритма работы систем автоматики и мониторинга показана на рисунке 2.

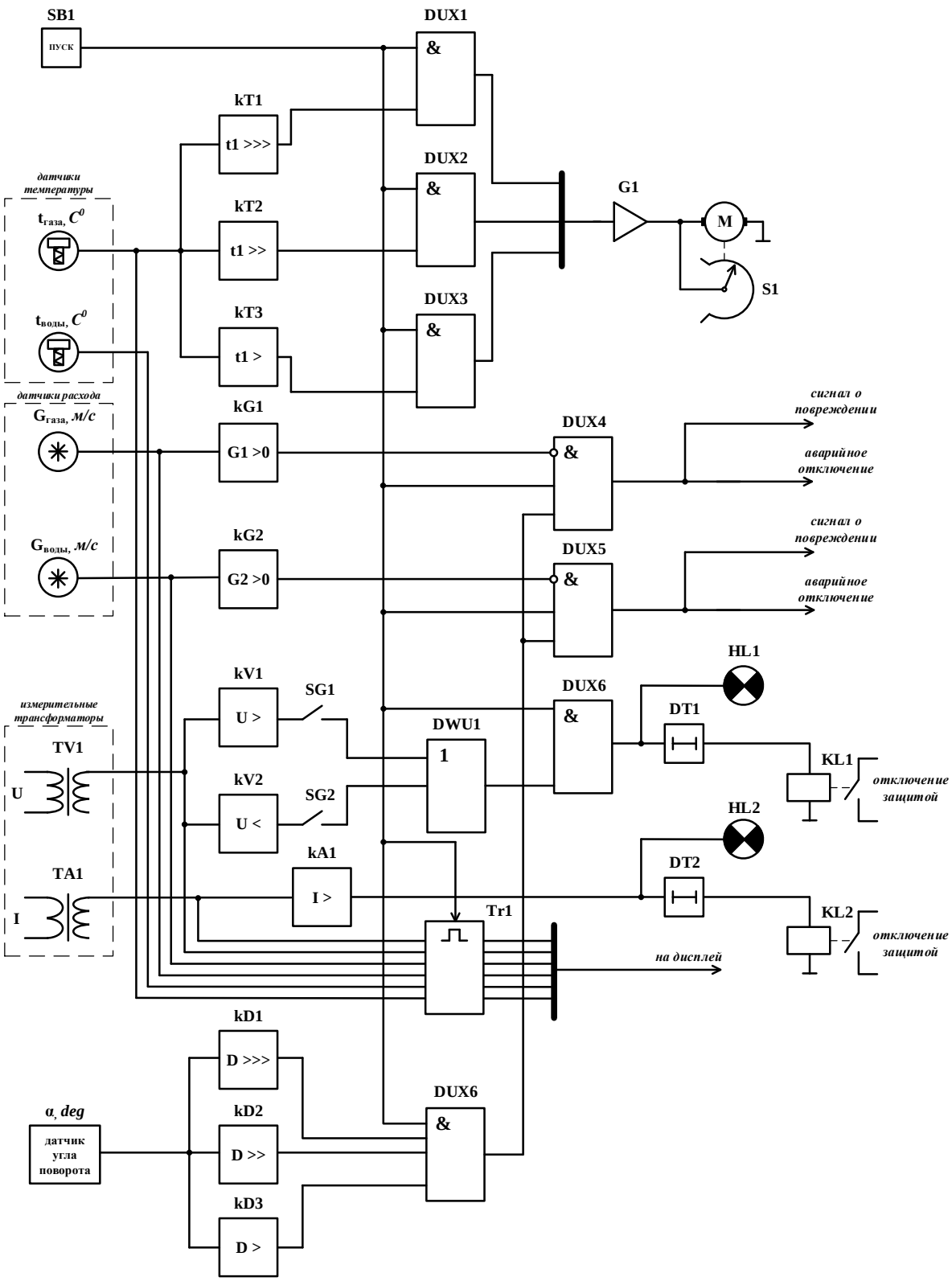


Рисунок 2. Функциональная схема алгоритма работы систем автоматики и мониторинга

При нажатии на сенсорном дисплее пусковой кнопки *SB1* формируется управляющий сигнал, запускающий системы автоматики и мониторинга. Этот сигнал является фронтом для триггера *Tr1*, выводящий информацию с датчиков

температур, расхода рабочего газа, охлаждающей жидкости и измерительных трансформаторов на экран.

На сенсорном дисплее пользователь задает ступени регулирования, которые обозначаются

A **>>>,**

где: ***A*** – контролируемая величина;

>>> - ступень регулирования (> - 1-ая ступень, >> - 2-ая, >>> - 3-ья).

Для поворота запорной арматуры *S1*, необходимо, чтобы на вводах логических элементов *DUX1-DUX3* присутствовал управляющий сигнал от *SB1* и сигнал от регуляторов по температуре *kT1-kT3*. Угол поворота редуктора заторной арматуры зависит от ступени регулирования. В перспективе количество ступеней может быть не ограниченно.

Предусмотрены аварийные и защитные отключения.

Технической аварией будет считаться ситуация, когда в отходящих трубах не будут выявлены потоки рабочего газа или охлаждающей жидкости, несмотря на команду повернуть запорную арматуру. Для этого логические элементы *DUX4-DUX5* выполняют функции *ЗАПРЕТА* фиксаторов наличия потоков *kG1-kG2*, а логический элемент *DUX6* проверяет наличия сигнала от регуляторов по углу поворота *kD1-kD3*.

Аварийным режимом будет считаться критическое повышение или понижение напряжения, а также большие токи, которые выявляются реле по напряжению *kV1-kV2* и току *kA1*. Функциональная схема содержит ключи *SG1-SG2*, которые отключают защиту по напряжению. Релейные защиты мгновенно действуют на сигнал и с выдержкой времени *DT1-DT2* – на отключение питающих цепей.

Заключение

В настоящее время авторами разработаны системы автоматики и мониторинга работы плазмотрона на цифровых устройствах, выявлен ряд условий для высокоэффективного управления и регулирования процессами,

выполняемыми установкой. Были проведены предварительные экспериментальные исследования эффективности автоматики поддержания оптимального режима работы плазматрона. Стоит отметить, что эксперименты имели успешный результат, так как исполнительные органы успешно выполняли поставленные задачи согласно данным с датчиков. Ложных срабатываний, несрабатываний и сбоев вывода данных на дисплей, при различных ситуативных моделях, не наблюдалось.

Список литературы:

1. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. Автоматическое управление. Теория. Т. I-4 / Е.А. Федосов, А.А. Красовский, Е.П. Попов и др. 2000. 688 с., ил.
2. Урбах А.Э. Разработка и исследование электродуговых плазмотронов с длительным ресурсом работы для электротехнологий плазменного воспламенения углей, резки и сварки металлов: Авторефер. дис. канд. наук. – Новосибирск, 2003. – С. 15–16.
3. Arduino programming notebook / Brian W. Evans, printed in the USA, august 2007, first edition.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Бережнов Дмитрий Александрович
студент, кафедра «Электропоезда и локомотивы» РУТ(МИИТ),
РФ, г. Москва
E-mail: ber.dima2011@yandex.ru

Введение

Тормозная рычажная передача (ТРП) является важным элементом системы пневматического тормоза подвижного состава железных дорог.

Для безотказной и эффективной работы тормозная рычажная передача должна удовлетворять определенным требованиям, к которым в частности относится выбор оптимальной ее структуры. В данной работе приведена методика структурного анализа ТРП на примере четырехосных и восьмиосных вагонов исходя из предъявленных к ним требованиям и даны рекомендации по их совершенствованию. Изложена методика синтеза тормозных рычажных передач правильной структуры в соответствии с которой определяется оптимальное количество звеньев ТРП, их взаимодействие и реализуемое число степеней свободы в зависимости от конструкции экипажной части подвижного состава и принятой схемы торможения.

1. Структурный анализ тормозных рычажных передач подвижного состава

1.1. Общие положения

На подвижном составе железных дорог большое распространение получили пневматические автоматические тормоза, у которых тормозной силой является сила F сухого трения колодки, прижатой к ободу колеса (см. Рисунок 1).

Эта сила реализуется в контакте колеса с рельсом в виде силы сопротивления Fc, величина которой зависит от условий сцепления колеса и рельса.

Прижатие колодки к ободу колеса можно осуществить с помощью механизма, состоящего из тормозного цилиндра 1, подвески 6 и звеньев 4 и 5, передающих усилие от тормозного цилиндра на колодку 7.

Если это механизм расположить в средней части продольной плоскости вагона, а колодки соединить жестко поперечным брусом (триангелем), то одновременно будет осуществляться их прижатие к обоим колесам.

При торможении поступающий в тормозной цилиндр сжаты воздух передвигает поршень 2, поворачивая при этом вертикальный рычаг 4, который через рычаг 5 прижимает колодку 7 к ободу колеса.

По окончании процесса торможения воздух из тормозного цилиндра выпускается, пружина 3 перемещает поршень в исходное положение, а тормозные колодки отводятся от обода колеса – происходит процесс отпуска тормоза. Отвод колодок от обода колеса происходит также под действием моментов сил тяжести, звеньев механизма относительно неподвижных осей их подвешивания к раме тележки. Представленный на Рисунке 1 механизм имеет одну степень свободы, т. е. в нем осуществляется одно, вполне определенное движение звеньев.

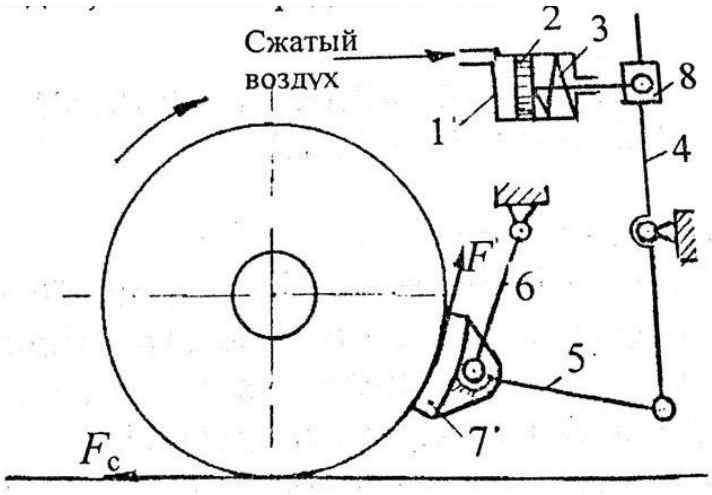


Рисунок 1. Возникновение тормозной силы

Число степеней свободы W механизма (см. Рисунок 1) определим по формуле Чебышева П.Л. для плоских механизмов:

$$W = 3n - 2p_{\text{Н}} - p_{\text{В}} \tag{1.1}$$

где: n – количество подвижных звеньев;

$p_{\text{Н}}$ – количество низших кинематических пар;

$p_В$ – количество высших кинематических пар.

В тормозных механизмах применяются в основном низшие кинематические пары, обладающие более развитой поверхностью и воспринимающие большие усилия без разрушения.

В нашем случае n = 5 (звенья 2, 4, 5, 6, 8); $p_Н$ = 7; $p_В$ = 0; W=1. Для повышения эффективности торможения на практике используются двухстороннее нажатие на одно колесо или же одностороннее нажатие на каждое колесо (колесную пару) в двухосной тележке. Так как в этом случае необходимо осуществить два независимых нажатия (движения), то, как известно, для их реализации применяются механизмы с двумя степенями свободы, например, механизм, показанный на Рисунке 2.

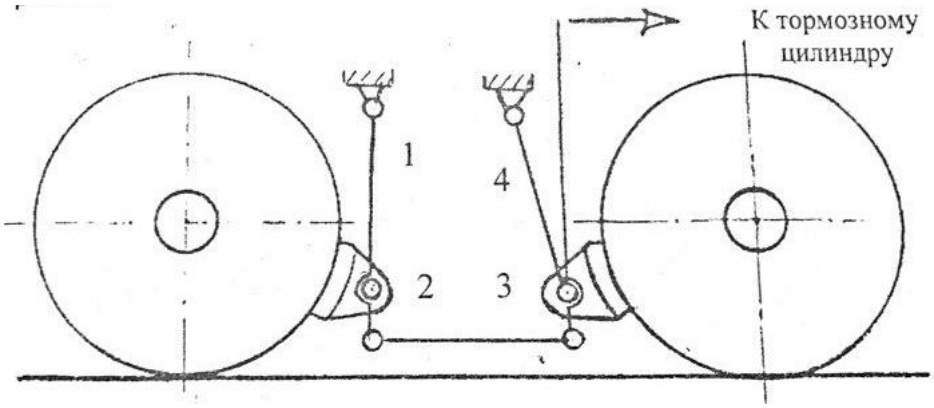


Рисунок 2. Механизм торможения с двумя степенями свободы

В этом механизме звенья 1,2,3,4 образуют так называемый пятизвенник, число степеней свободы которого W = 2. При торможении здесь происходит последовательное прижатие тормозных колодок к колесам, чего невозможно было бы сделать в механизме с одной степенью свободы.

1.2. Структурный анализ тормозных рычажных передач

Тормозной рычажной передачей (ТРП) называется система тяг и рычагов, посредством которых сила давления воздуха на поршень тормозного цилиндра передается на тормозные колодки, прижимая их к колесам. Тормозная рычажная передача железнодорожного подвижного состава представляет в общем случае сложную пространственную кинематическую цепь. Если, однако,

принять, что ошибки в линейных и угловых параметрах этой цепи равными нулю, и считать ее симметричной относительно средней продольной плоскости вагона, то ее можно рассматривать, как плоскую кинематическую цепь. Для примера рассмотрим ТРП четырехосного грузового вагона (см. Рисунок 3).

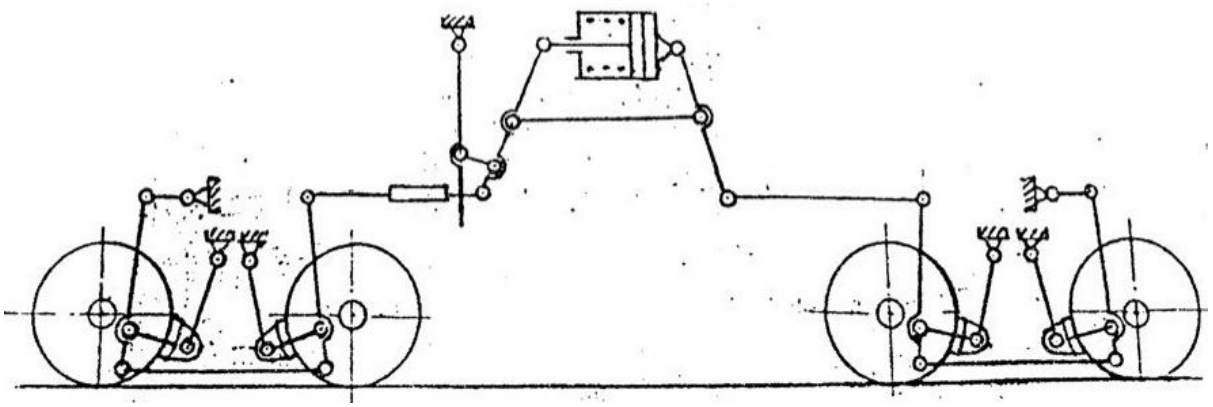


Рисунок 3. Тормозная рычажная передача четырехосного грузового вагона

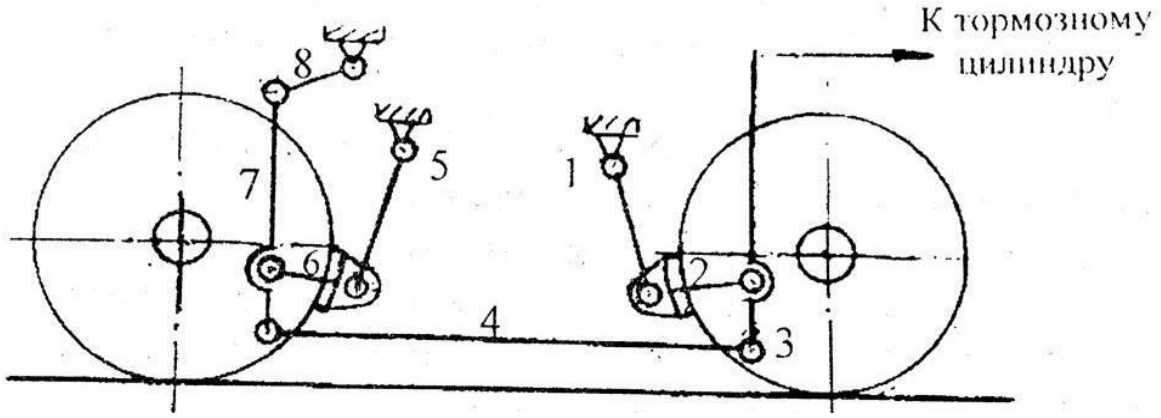


Рисунок 4. Тормозная рычажная передача двухосного грузового вагона

Так как обе тележки четырехосного грузового вагона имеют одинаковую ТРП, рассмотрим более подробно тормозную рычажную передачу двухосной тележки (см Рисунок 4). На Рисунке 5 показана конструкция элементов (звеньев) ТРП и их расположение на тележки 4-х осного грузового вагона.

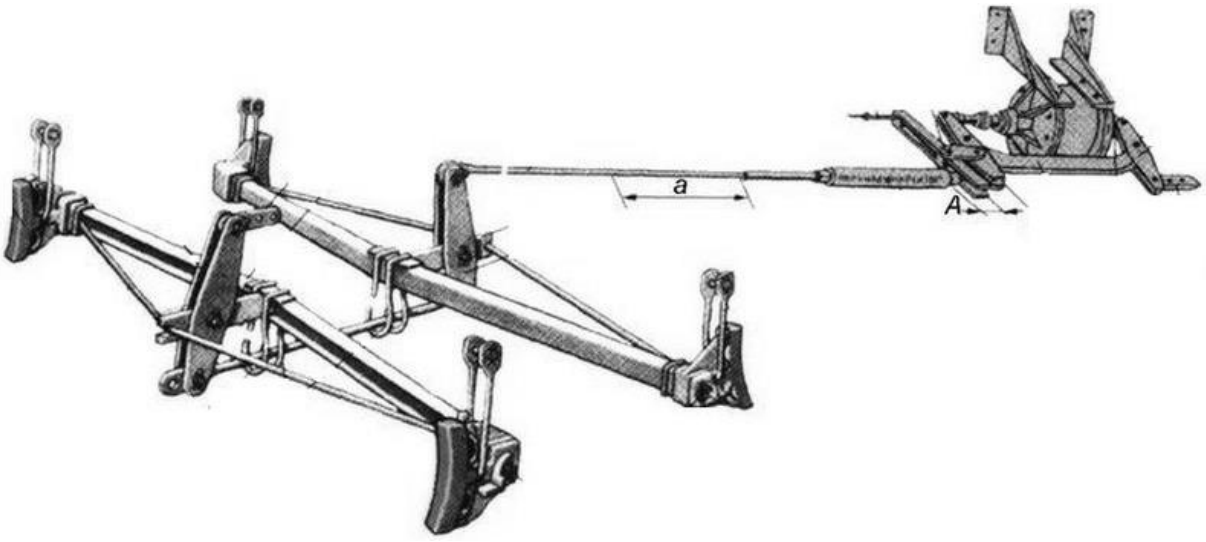


Рисунок 5. Конструкция элементов ТРП четырехосного грузового вагона

Число степеней свободы ТРП этой тележки, определенное по формуле 1.1 равно четырем (8 звеньев и 10 кинематических пар), а для прижатия тормозных колодок к колесам в данном случае достаточно иметь в механизме две степени свободы.

При торможении в рычажной передаче происходит последовательное уменьшение числа степеней свободы и становится равным нулю у заторможенного вагона. Появляющиеся в результате истирания тормозных колодок подвижность компенсируется, также, как и в начале торможения, за счет перемещения поршня в тормозном цилиндре.

Таким образом, тормозные рычажные передачи относятся к числу механизмов с переменной структурой, обусловленной условиями их применения на подвижном составе железных дорог. Эти особенности тормозных рычажных передач характерны для тормозных устройств других изделий.

Например, тормозные устройства грузоподъемных механизмов также имеют рычажные передачи переменной структуры (см. Рисунок 6).

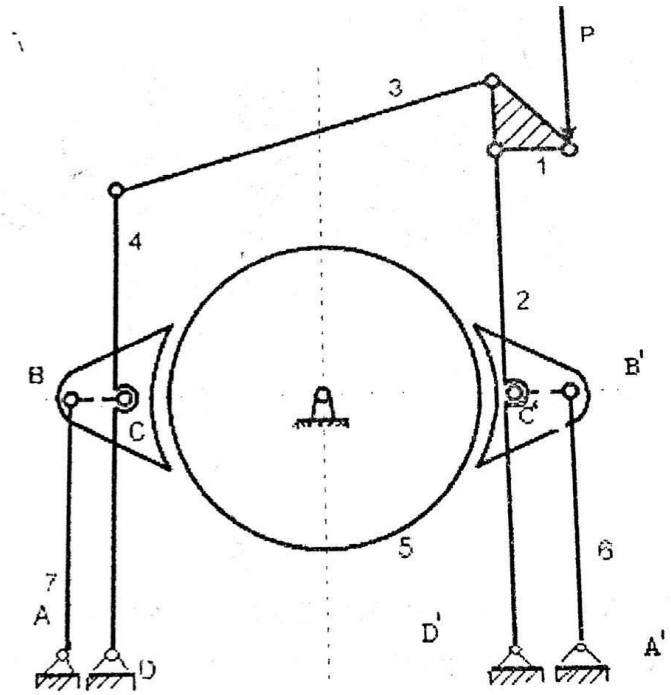


Рисунок 6. Тормозное устройство грузоподъемных механизмов

В двухколодочном тормозе, показанном на Рисунке 6, прижатие колодок к тормозному барабану 5 осуществляется механизмом переменной структуры, состоящим из звеньев 1,2,3,4 т. е. механизмом пятизвенника, аналогичным механизму ТРП двухосной тележки (см. Рисунок 2).

При прекращении торможения (отпуска тормозов) тормозные колодки должны отойти от обода колеса, сохраняя при этом постоянным расстояние между поверхностями трения («параллельный» отвод колодок).

Однако, вследствие избыточного числа степеней свободы ТРП двухосной тележки происходит так называемый неполный отпуск, при котором тормозные колодки в отпущенном состоянии тормоза касаются обода колеса (Рисунок 7).

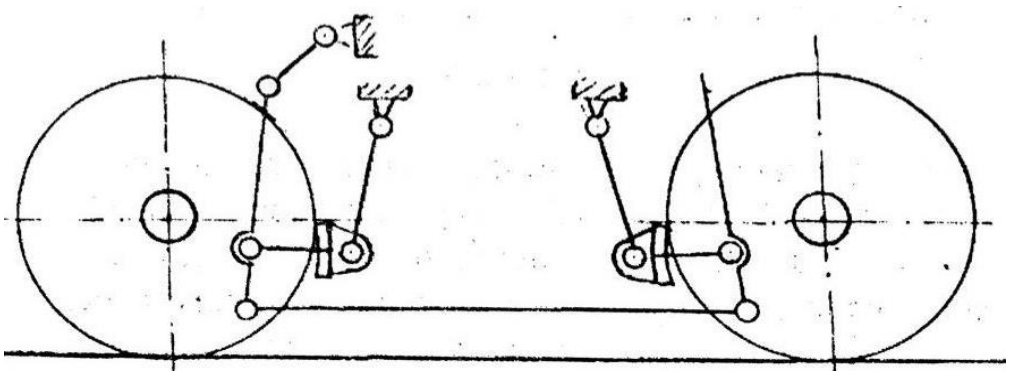


Рисунок 7. Неполный отпуск

С точки зрения структуры, ТРП в режиме неполного отпуска (см. Рисунок 7) удовлетворяет необходимому требованию, в результате касания тормозной колодки и обода колеса, т. е. имеет две степени свободы ($n = 8$; $p_H = 10$; $p_B = 2$; $W = 2$). Но так как появились две высшие кинематические пары и тележка находится в режиме неполного отпуска, происходит интенсивный износ тормозной колодки и срок ее службы уменьшается в три раза. Кроме того, при движении вагона происходит увеличение удельного сопротивления движению поезда за счет прижатия тормозных колодок к колесным парам.

В настоящее время предлагается много вариантов по предотвращению касания колодок с колесной парой.

Одним из вариантов решения этой задачи является постановка дополнительных звеньев (скоб), уменьшающих число степеней свободы ТРП (см. Рисунок 5; Рисунок 8).

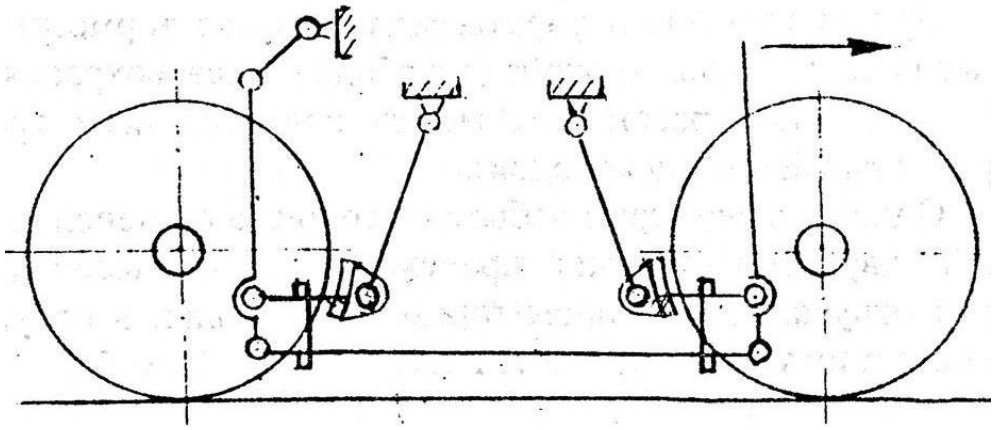


Рисунок 8. Устранение неполного отпуска

Для устранения клинового износа тормозных колодок предложена новая схема ТРП двухосной тележки (авторское свидетельство № 1094786), исключающая касание тормозных колодок с колесной парой, т. е. устраняющая режим неполного отпуска (см. Рисунок 9). В этой схема удалена серьга мертвой точки, которая соединяла обрессоренную часть (надрессорный брус) с вертикальным рычагом. Внедрение новой ТРП на грузовых вагонах показало, что ее структура соответствует предъявленным требованиям.

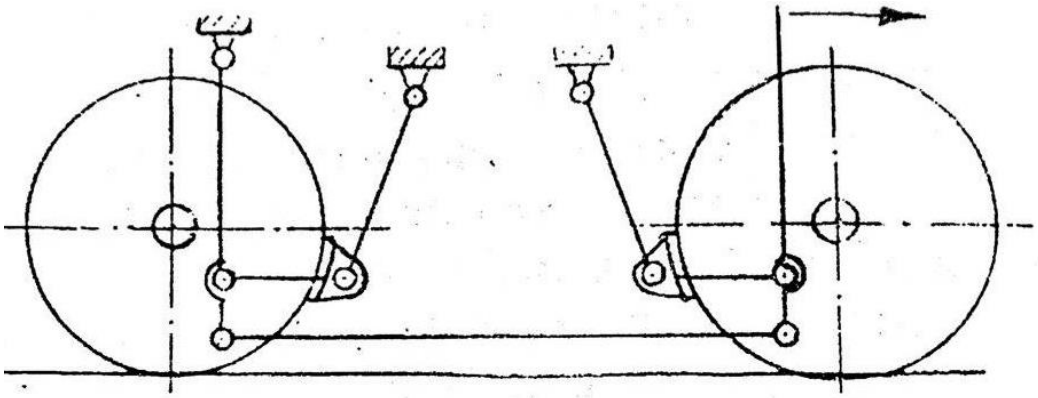


Рисунок 9. Устранение неполного отпуска на двухосной тележке

Параллельный отвод колодок можно осуществить также с помощью механизма параллелограмма (см. Рисунок 6). Дополнительное звено 7 со звеном 4 образует параллелограмм ABCD, который обеспечивает поступательное движение колодок. Такой же параллелограмм образует звенья 2 и 6, обеспечивая таким образом «параллельный» отвод обеих колодок.

Тормозная рычажная передача восьмиосного полувагона и цистерны показаны на Рисунке 10. Характерной особенностью 8-осных вагонов является то, что в их ходовой части используется четыре двухосные тележки. Поэтому тормозная рычажная передача этих вагонов является комбинацией ТРП двухосных тележек с добавлением звеньев, соединяющих их в единую систему. Тормозная рычажная передача 8-осных вагонов обладает теми же недостатками, что и ТРП 4-х осных вагонов.

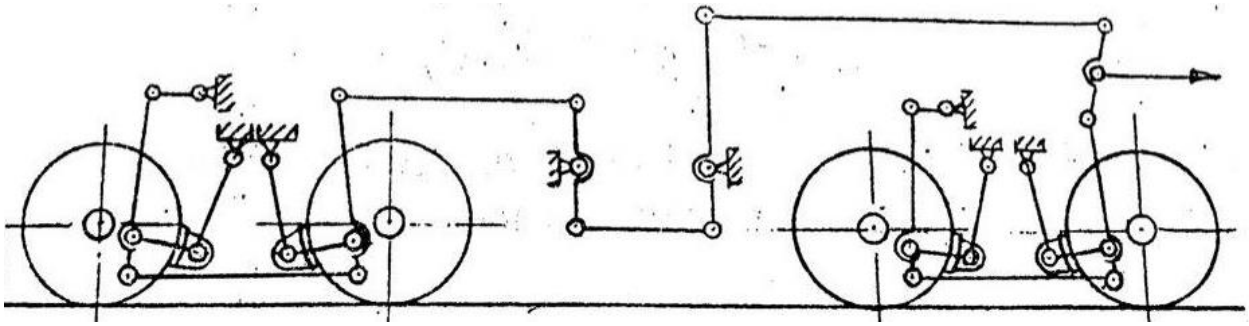


Рисунок 10. Тормозная рычажная передача восьмиосного полувагона и цистерны

Необходимо отметить, что в ТРП 4-х осной тележки 8-осного полувагона и цистерны передача усилия от тормозного цилиндра на колодки происходит одновременно на обе 2-х осных тележки. За счет этого уменьшатся суммарный износ, приводимый к штоку тормозного цилиндра.

Тормозная рычажная передача 8-осного думпакара 2ВС-140 также состоит из ТРП двух двуосных тележек, соединенных последовательно (см. Рисунок 11). С точки зрения структурного анализа ТРП думпкара имеет преимущества по сравнению с ТРП цистерны и полувагона, так как в ней меньше звеньев в кинематической цепи и как следствие, меньше кинематических пар (соответственно 24 и 23).

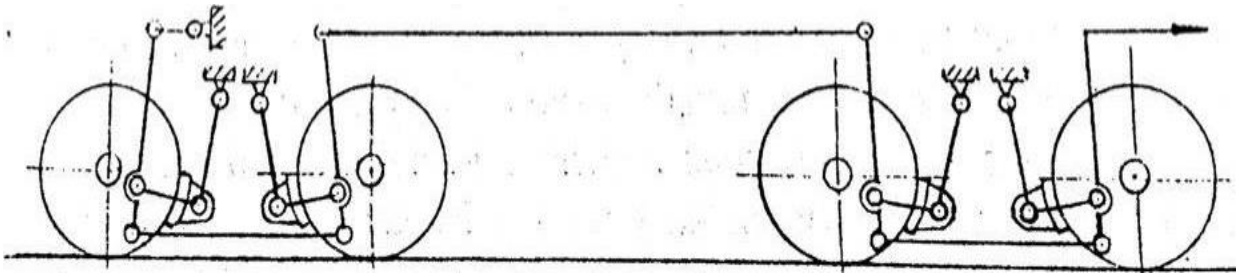


Рисунок 11. Тормозная рычажная передача 8-осного думпакара 2ВС-140

Однако, вследствие последовательной передачи усилия на тормозные колодки, их суммарный износ (ΣΔ), приведенный к штоку тормозного цилиндра, определяется следующим образом:

$$\Sigma\Delta = (\Delta\text{ТК} + \Delta\text{КП})m\Pi_{\text{рп}}$$

где: ΔТК – износ тормозной колодки;

ΔКП – износ колесной пары;

m – количество колодок в цепи;

$\Pi_{\text{рп}}$ – передаточное число ТРП вагон.

Для 4-х осных тележек полувагонов и цистерн суммарный износ, приведенный к штоку тормозного цилиндра, в два раза меньше, чем у думпкара при одной и той же величине износа тормозных колодок. В эксплуатации это приводит к более частым ручным регулировкам ТРП 4-х осных тележек.

2. Структурный синтез тормозных рычажных передач

Тормозные рычажные передачи подвижного состава должны удовлетворять определенным требованиям, одним из которых является соответствие числа степеней свободы механизма ТРП числу колодок (пар колодок), осуществляющих торможение. Это дает возможность использовать формулу П.Л. Чебышева для структурного синтеза ТРП, записав ее в виде:

$$n = \frac{W + 2p_H + p_{\text{В}}}{3} \tag{2.1}$$

Так как в ТРП целесообразно использовать в основном низшие кинематические пары, p_H = 0 и формула (2.1) примет вид:

$$n = \frac{W + 2p_H}{3} \tag{2.2}$$

Уравнение (2.2) удовлетворяется для определенных значений p_H при W = 2 в различных схемах ТРП.

Подставляя в уравнение (2.2) количество низших кинематических пар, такое, чтобы количество звеньев было целым числом, получим несколько типов рычажных передач, обеспечивающих нормальную работу тормоза с точки зрения структуры ее кинематической цепи (см. таблицу). Число контуров *K*, как известно, можно определить по формуле:

$$K = p_H - n \tag{2.3}$$

Таблица 1.

Структурный синтез тормозных рычажных передач.
Типы рычажных передач

Число степеней свободы	Количество Кинематических пар	Количество звеньев	Количество контуров
2	2	2	0
2	5	4	1
2	8	6	2
2	11	8	3
2	14	10	4

Указанные в таблице соотношения между количеством звеньев и кинематических пар встречаются в существующих рычажных передачах вагонов и локомотивов. Так, второй строке таблицы соответствует ТРП показанная на Рисунке 2. Такая тормозная рычажная передача применяется на тепловозах ТЭ3, ТЭ7, ТЭ10, ТЭП10, 2ТЭ10Л, М62, 2ТЭ116, электровозах ЧС200 и др. Эти ТРП имеют наименьшее количество звеньев и кинематических пар, что способствует повышению надежности и долговечности их работы. Тормозная рычажная передача по этой схеме также может быть использована в 2-х осной тележке грузовых вагонов.

Существующая ТРП 2-х осной тележки грузовых вагонов должна соответствовать четвертой строке таблицы при соблюдении указанного здесь качества звеньев и кинематических пар, а также числа контуров. Нетрудно убедиться, что структура ТРП 2-х осной тележки грузовых вагонов не соответствует предъявляемым к ней требованиям. Полностью этому требованию соответствует ТРП, показанная на Рисунке 12.

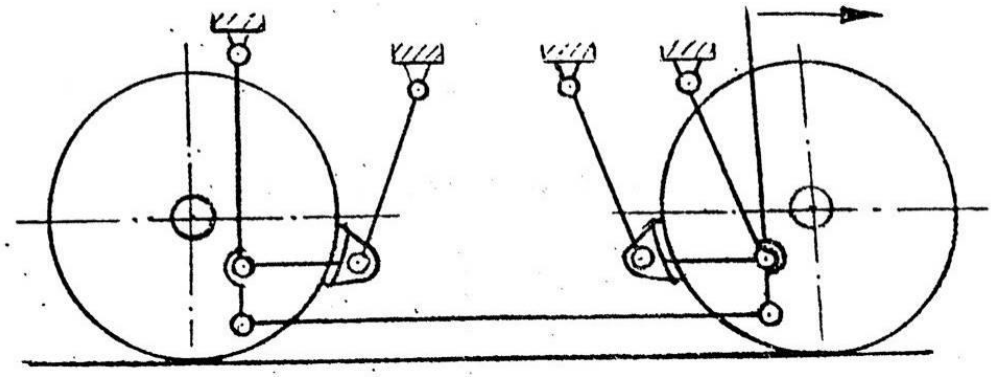


Рисунок 12. ТРП со степенью свободы 2

У электровозов ВЛ-80 тормозная рычажная передача при двухстороннем нажатии на колесо соответствует четвертой строке таблицы.

Пятой строке таблицы соответствует ТРП при двухстороннем нажатии на колесо (см. Рисунок 13)

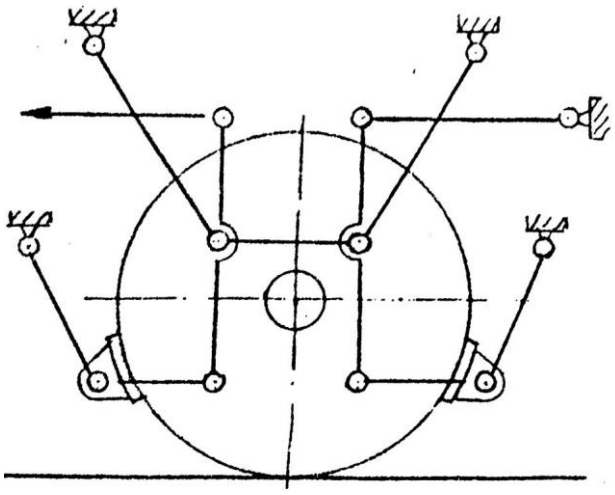


Рисунок 13. ТРП электровоза ВЛ 80

Такая схема ТРП применяется в прицепных вагонах электропоездов.

Формула (2.2) может использоваться для синтеза тормозных рычажных передач при различных степенях свободы. Так у тепловоза ТЭП-60 от одного тормозного цилиндра осуществляется нажатие трех тормозных колодок в трехосной тележке. Подставляя в формулу (2.2) число степеней свободы $W = 3$, получим при $p_H = 5$, $n = 11$, что соответствует ТРП этого тепловоза (см. Рисунок 14).

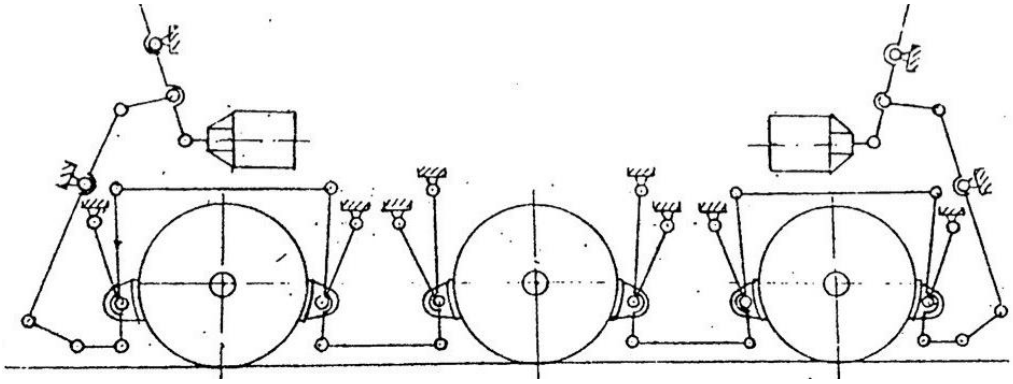


Рисунок 14. ТРП тепловоза ТЭП 60

3. Избыточные связи в тормозных рычажных передачах и их устранение

В тормозных рычажных передачах подвижного состава применяются в основном вращательные кинематические пары 5-го класса. Если принять, что ТРП является плоской кинематической цепью, то оси всех кинематических пар

должны быть параллельны друг другу. Вследствие ошибок при изготовлении звеньев ТРП, деформации при прохождении кривых, а также разной толщины тормозных колодок, распложенных на одном триангеле, происходит перекос звеньев в местах их соединения. При этом возникает кромочный контакт, уменьшается площадь соприкосновения деталей, и как следствие, возрастают удельные давления, что приводит к преждевременному разрушению элементов кинематической пары.

Чтобы исключить появление нежелательных последствий перекоса необходимо ТРП проектировать как пространственный механизм с заменой малоподвижных кинематических пар более подвижными.

Для примера рассмотрим ТРП 2-х осной тележки, показанной на Рисунке 2.

Как известно формула Малышева А.П. для пространственных механизмов с учетом избыточных связей записывается в виде:

$$W = 6n - \Sigma_1^5 iPi + q \tag{3.1}$$

где n – количество звеньев механизма; i – класс кинематической пары; Pi – количество кинематических пар i – го класса; q – количество избыточных связей.

Из формулы (3.1) следует:

$$q = W - \Phi \tag{3.2}$$

где краткости через Ф многочлен обозначен

$$\Phi = 6n - \Sigma_1^5 iPi$$

В рассматриваемой ТРП $p_H = 5$; n = 4; W = 2, отсюда следует:

$$q = 2 - [6x4 - 5x5] = 3$$

Для устранения избыточных связей необходимо заменить некоторые кинематические пары более подвижными с учетом, условий работы ТРП и возможности и реализации кинематических пар другого класса. Учитывая, что ТРП при тормозном режиме передает большие усилия, возможна только замена

кинематических пар 5 класса низшими кинематическими парами третьего и четвертого класса, имеющим 2 степени свободы, полностью устранит избыточные связи в данной ТРП. Возможна также замена пар пятого класса комбинацией 4-го и 3-го класса, чтобы общее число вносимых в ТРП степеней свободы равнялось количеству избыточных связей. Иногда вместо трудно реализуемых кинематических пар третьего класса увеличение подвижности кинематических пар пятого класса достигается изменением зазоров в соединении звеньев. Конкретно, какие кинематические пары подлежат замене, устанавливается после кинематического исследования тормозной рычажной передачи.

4. Регулировка и сертификация элементов механической части тормозов железнодорожного подвижного состава

При изготовлении нового подвижного состава, оборудованного пневматическими тормозами, после ремонта, а также в процессе эксплуатации тормозная рычажная передача подвергается проверке и регулировке. При этом устанавливается соответствие размеров тяг и рычагов, а также их относительное расположение требованиям нормативных документов в пределах допускаемых отклонений.

Отдельные элементы тормозных рычажных передач подвергаются обязательной сертификации. Так, в соответствии с нормами безопасности НБ ЖТ ЦТ-ЦВ-ЦЛ 018-99 «Элементы механической части тормоза железнодорожных вагонов. Требования по сертификации», обязательной сертификации подлежат триангели и башмаки тормозной рычажной передачи грузовых вагонов железных дорог колеи 1520 мм.

При сертификации контролируются размеры триангеля и башмака, химический состав металла, из которого они изготовлены, и их механические свойства. Эти параметры (сертификационные показатели) должны соответствовать требованиям нормативных документов.

Сертифицируются также башмаки тормозных колодок локомотивов на соответствие требованиям НБ ЖТ ЦТ 28-99.

Кроме указанных элементов механической части тормоза обязательной сертификации подвергаются тормозные колодки и тормозные цилиндры.

Тормозные композиционные колодки железнодорожного подвижного состава должны соответствовать требованиям НБ ЖТ ЦВ-ЦЛ 099-99, а тормозные цилиндры подвижного состава железных дорог требованиям НБ ЖТ ЦВ-ЦЛ 021-2000.

Для получения достоверных значений сертификационных показателей проводятся испытания конкретных изделий по утвержденным программам и методикам.

Список литературы:

1. Теория механизмов и механика машин. Учебник для Втузов. Под ред. К.В. Фролова – М., 2003 г.
2. Щепетильников В.А. Структурный анализ и синтез механизмов. Методические указания для курсовых и лабораторных работ – М., 1981 г.
3. Солодилов В.Я., Юдин В.А., Гулак В.А. О структуре рычажных тормозных передач вагонов. – Тр. МИИТ вып. 711, 1982 г.
4. Крылов В.И. и др. Автоматические тормоза. Иллюстрированное пособие. – М., Транспорт, 1980 г.
5. Крылов В.И. и др. Тормозное оборудование железнодорожного подвижного состава. Справочник. – М., Транспорт, 1989 г.
6. НБ ЖТ ЦВ 01.98 Вагоны грузовые железнодорожные. Нормы безопасности.

СЕКЦИЯ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ»

РАСЧЕТ ОСАДОК СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SETTLE 3D КОМПАНИИ ROCSCIENCE

Кутлумухаметов Азамат Рамилевич
магистрант,
Российский Государственный Геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе
РФ, г. Москва
E-mail: azader3@bk.ru

Хомякова Ирина Александровна
студент,
Российский Государственный Геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе
РФ, г. Москва
E-mail: i_khomyakova@bk.ru

Никулина Мария Евгеньевна
аспирант,
Российский Государственный Геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе
РФ, г. Москва
E-mail: nikulinamari93@mail.ru

Введение

В настоящий момент в российской инженерной практике для расчета осадок сооружений, фундаментов и грунтов оснований используется, как правило, метод послойного суммирования [11, с. 47]. Однако данный метод не позволяет моделировать осадки оснований со сложным инженерно-геологическим строением и учитывать трехмерные эффекты от нагрузок фундаментов сложной формы. Использование численных методов существенно расширяет возможности математического моделирования [9, с. 83]. Но для решения подобных задач, до недавнего времени, обычно использовались сложные программные комплексы, основанные на методе конечных элементов (RS3 Rocscience, Plaxis, Midas GTX и др. [14]). Однако в силу своей универсальности,

и как следствие высокой стоимости, их применение для решения задач расчета осадок не всегда оправдано и часто малоэффективно.

В последние годы для моделирования осадок зданий и сооружений сложных объектов начал применятся метод граничных элементов [11, с. 73].

Техника граничных элементов – “вычислительная Золушка”, которая выросла в тени методов конечных разностей и конечных элементов [7, с. 114]. Хотя методы граничных элементов по своей природе просты в применении и очень гибки в приложениях ко многим проблемам, довольно долго они не получали того внимания, которого заслуживали. Однако, в последние годы ситуация изменилась. Дело в том, что метод граничных элементов (МГЭ), имеет ряд преимуществ, которых лишены методы конечных разностей и конечных элементов. Главным из них, является понижение геометрической размерности решаемой задачи на единицу что, как следствие, приводит к системе уравнений меньшего порядка, давая возможность, при имеющихся вычислительных средствах, рассматривать более сложные классы задач. Кроме этого, подобное понижение размерности резко уменьшает расходы на подготовку исходной информации. К достоинствам этого метода можно также отнести и то, что он позволяет сразу определить неизвестные величины на границе, не вычисляя их во всей области, как это требуется в других методах. Во многих задачах этого оказывается вполне достаточно; если же требуется найти решение в произвольной внутренней точке области, то для этого надо выполнить простое интерполирование.

Источник эффективности МГЭ выясняется при рассмотрении идейной стороны этого метода. Его суть заключается в том, что в полной мере используются фундаментальные свойства решений дифференциальных уравнений в частных производных. Эти свойства на протяжении столетий были предметом интенсивных исследований выдающихся математиков, получивших те результаты, которые легли в основу МГЭ.

Главное в идейной стороне метода - зависимость между значениями искомых функций внутри рассматриваемой области и их значениями на

границе. Эта зависимость устанавливается переходом от дифференциальных уравнений к следующим из них интегральным соотношениям. Последовательное использование этой идеи приводит к замене дифференциальных уравнений, требующих нахождения неизвестных функций во всей области, на эквивалентные интегральные уравнения, которые в качестве неизвестных включают значения функций только на границе области. Такие уравнения и называются граничными интегральными уравнениями. Поэтому МГЭ, который по сути представляет собой численную реализацию решения таких уравнений, часто называют методом граничных интегральных уравнений (ГИУ).

МГЭ рекомендован СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений [10]. Однако практический опыт использования МГЭ для расчета осадок у нас в стране отсутствует.

Следует отметить, что выдающийся вклад в развитие математической теории метода граничных интегральных уравнений и практических методов их решения, широко применяемых в механике сплошной среды и в инженерном деле, внесли советские ученые: Александрова А.Я. [1, с. 167], Белоцерковский С.М. [2, с. 214], Векуа Н.П. [3, с. 62], Гольдштейна Р.В. [4, с. 94], Каландия А.И. [6, с. 188], Михлин С.Г. [8, с. 171], Мусхеллишвили Н.И. [9, с. 238], и другие.

В методе нескольких слоев Settle 3D компании Rocscience [14], полное упругое решение осадки фундамента произвольной формы, опирающегося на слоистую упругую толщу грунтов вычисляется путем интегрирования функции Грина на основе эффективной вычислительной процедуры, разработанной профессором Yue Z.Q. (1995, 1996) [16; 17, с. 143].

Точность вычислений увеличена за счет преобразования интегралов площадей в границу по методу, разработанному Vijaykumar S., Yacoub T.E. and Curran J.H. [15, с. 167].

Методика исследований

В качестве тестового примера была решена следующая задача: расчет осадки фундамента размером 26х12 м при глубине его заложения от поверхности земли d_1 = 2 м и среднем давлении по подошве P = 236 кПа.

Инженерно-геологические условия площадки.

С поверхности до неопределенной глубины залегают суглинки. Грунт имеют следующие показатели свойств: удельный вес грунта γ_1 = 18 кН/м^3, модуль деформации E_1 = 10000 кПа.

Алгоритм решения задачи методом послойного суммирования:

1. Разбиваем грунт на слои мощностью $h_i = 0{,}2 \cdot b = 0{,}2 \cdot 12 = 2{,}4$ м.

2. Определяем природное напряжение и дополнительное давление на уровне подошвы фундамента определялось следующим образом:

$\sigma_{zg,c} = \gamma \cdot d_1$ = 18 кН/м^3 ·2 м = 36 кПа;

$P_0 = P - \sigma_{zg,o}$ = 236 кПа – 36 кПа = 200 кПа.

где - σ – напряжение, γ – удельный вес грунта, расположенного выше подошвы фундамента, d_1 – глубина заложения фундамента, P_0 – дополнительное вертикальное давление на основание, P – среднее давление под подошвой фундамента.

3. Определяем величины дополнительных напряжений σ_{zp} на границах выделенных слоев. Коэффициенты α принимаем согласно СП 22.13330.2016 [11, С. 58]. Результаты вычислений первичных данных для расчета осадки представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты вычислений первичных данных для расчета осадки

Вид грунта и показатели свойств	**H, м**	**Z, м**	**ξ = 2Z/b**	**η**	**α**	**$\sigma_{zp}=\alpha P_0$, кПа**	**σ_{zg}, кПа**	**σ_{zp}/σ_{zg}**
Суглинок	2	0,0	0,0	2,16	1	200	36,0	
γ = 18 кН/м^3	4,4	2,4	0,7		0,976	195,2	79,2	
E = 10 мПа	6,8	4,8	1,1		0,87	174	122,4	
	9,2	7,2	1,5		0,727	145,4	165,6	
	11,6	9,6	1,9		0,593	118,6	208,8	
	14	12	2,3		0,481	96,2	252	
	16,4	14,4	2,7		0,392	78,4	295,2	
	18,8	16,8	3,1		0,321	64,2	338,4	0,189
	21,2	19,2	3,5		0,267	53,4	381,6	
	23,6	21,6	3,9		0,224	44,8	424,8	

- Нижнюю границу сжимаемой зоны определяем из условия:

$$\sigma_{zp}/\sigma_{zg} = 0{,}2 \pm 0{,}05$$

где: σ – напряжение.

Это условие удовлетворяется на глубинах Z = 18,8 м.

На рисунке представлен график распределения напряжения от глубины.

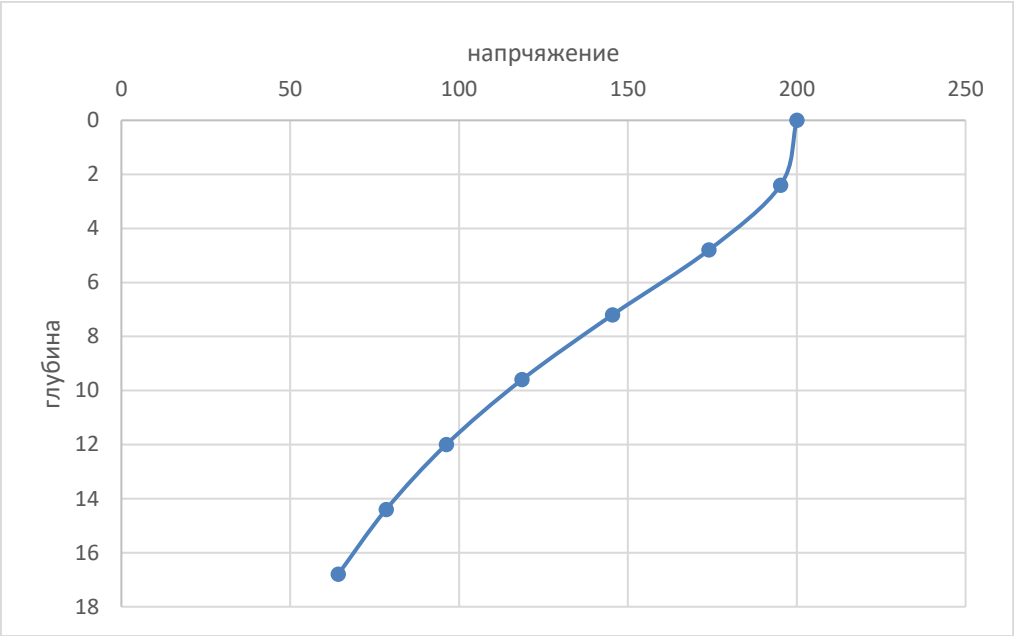


Рисунок 1. График распределения напряжения от глубины

Определяем осадку фундамента, расчет можно представить в виде:

$$S_i = (h_i\ \beta)/E_i\ (\sigma_{zp,o}/2 + \sigma_{zp,1} + \sigma_{zp,2} + \ldots + \sigma_{zp,n}/2),$$

где: σ – напряжение, β – безмерный коэффициент, h_i и E_i – толщина и модуль деформации i-ого слоя грунта.

Тогда:

$$S = ((240 \cdot 0{,}8)/10000)$$

$$(200/2 + 195{,}2 + 174 + 145{,}4 + 118{,}6 + 96{,}2 + 78{,}4 + 64{,}2/2) = 18 \text{ см.}$$

Алгоритм решения задачи методом граничных элементов в программе Settle 3D:

На первом этапе необходимо построить геомеханическую модель. Создание геомеханической модели включает:

• Определение технической составляющей: типа и размера фундамента, глубины его заложения и нагрузки, передаваемую на фундамент (рис.2).

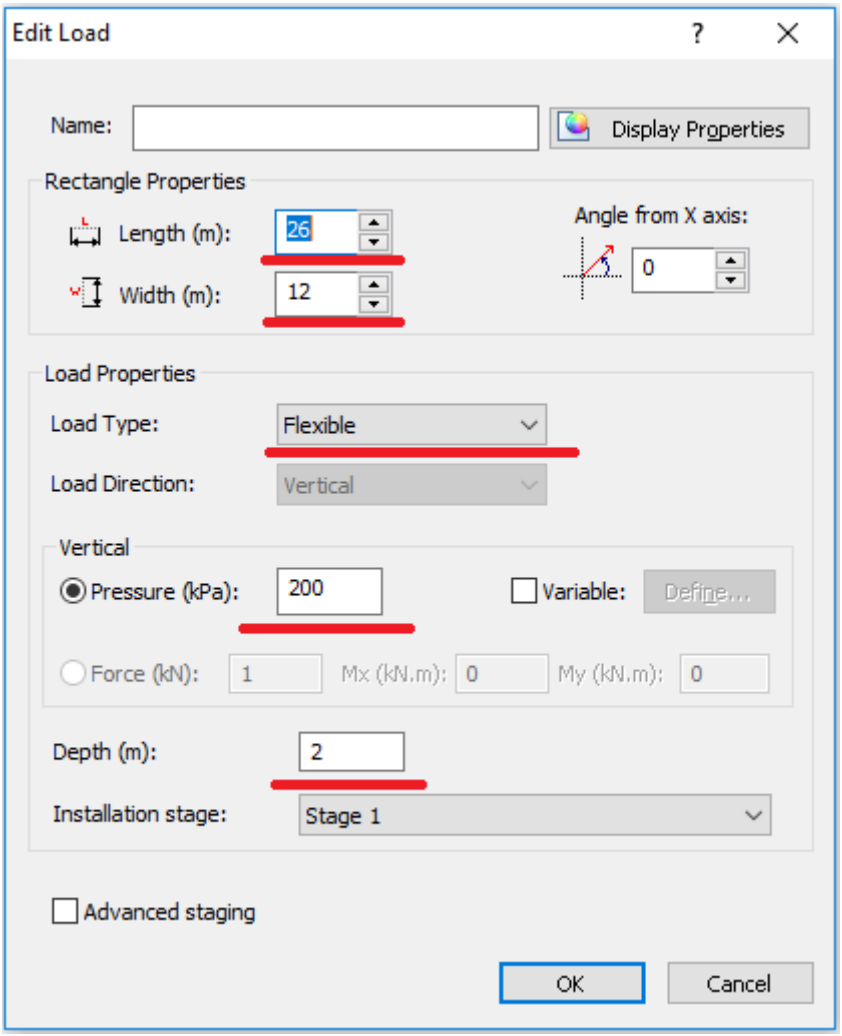


Рисунок 2. Определение технической составляющей геомеханической модели

• Определение инженерно-геологической составляющей: определение инженерно-геологического строения площадки (рис. 3) и задание необходимых для расчета свойств грунтов (рис. 4).

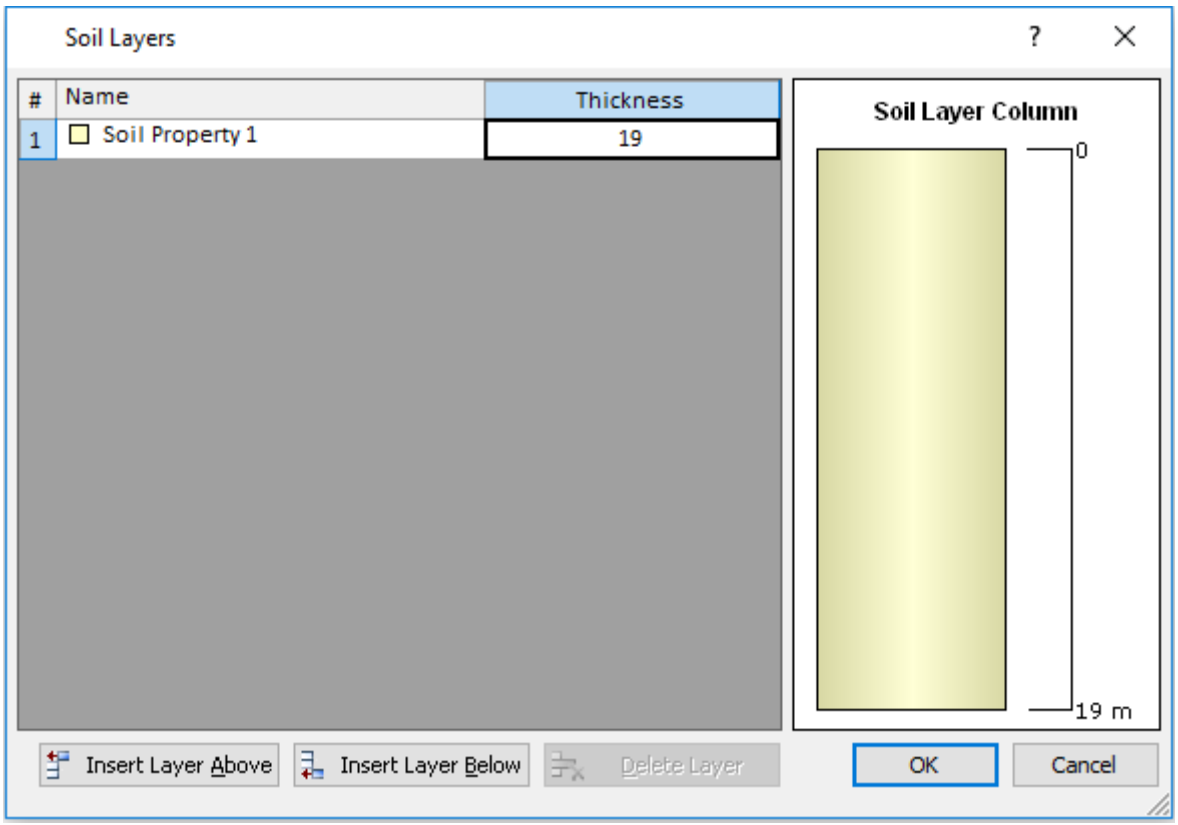


Рисунок 3. Определение инженерно-геологического строения площадки

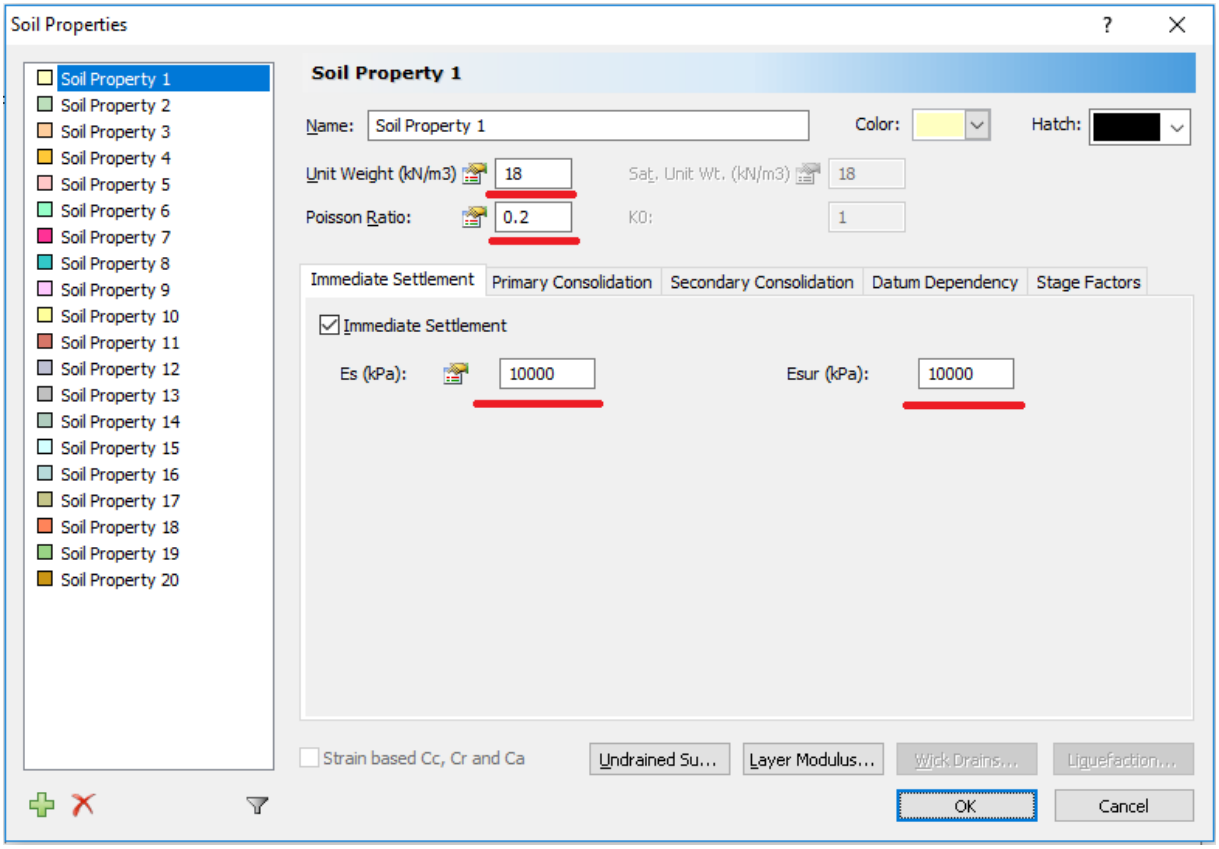


Рисунок 4. Задание необходимых для расчета свойств грунтов

Итоговая геомеханическая модель представлена на рис. 5.

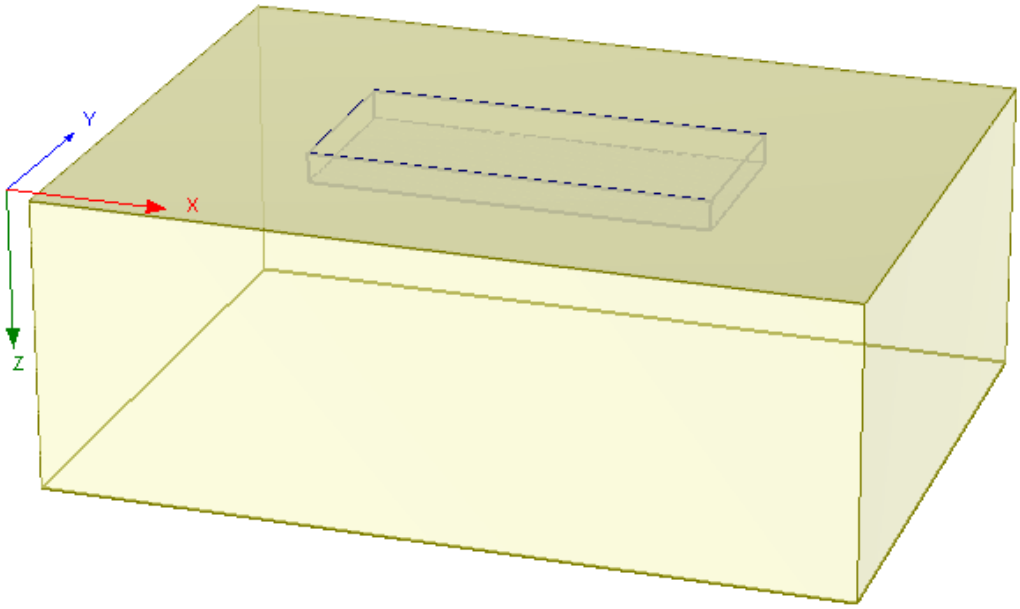


Рисунок 5. Геомеханическая модель площадки

Результаты расчета представлены на рис.6.

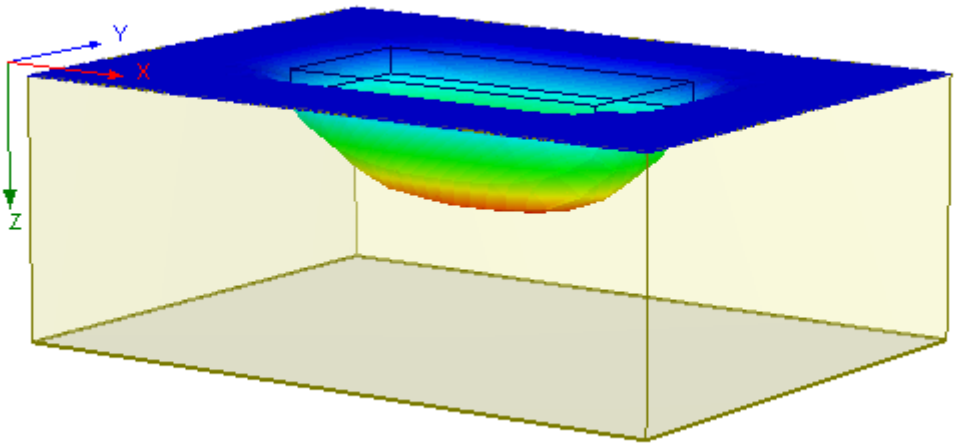


Рисунок 6. Результаты расчета осадки в программе Settle 3D

По результатам выполненного моделирования осадка получилась 198,2 мм (19,8 см).

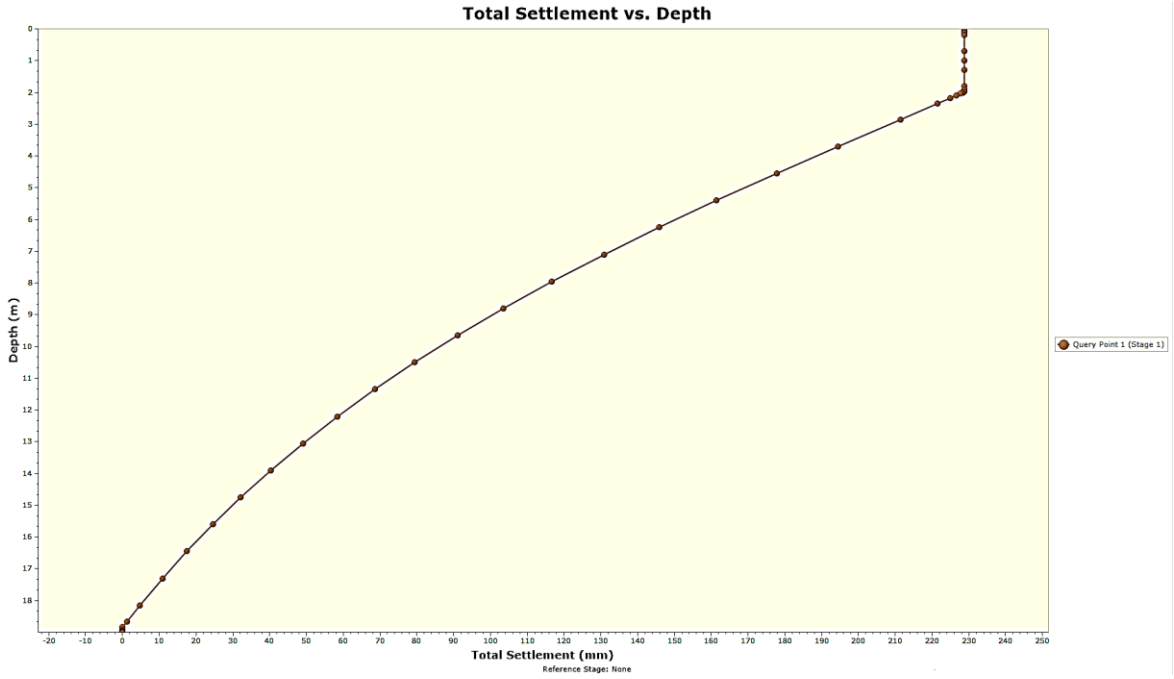


Рисунок 7. График зависимости осадки с глубиной

Заключение

Проведенные исследования расчета осадки оснований зданий и сооружений методом послойного суммирования и с помощью метода граничных элементов, реализованного в программе Settle 3D компании Rocscience показали сходимость полученных результатов (18 см против 19,8 см). Это говорит о том, что использование данного подхода даст не только достаточно достоверные результаты, но и существенно упростит трудоемкость расчетов. В настоящее время дальнейшие исследования направлены на расширение возможностей расчетов осадок сооружений в программе Settle 3D.

Список литературы:

1. Александров А.Я. Решение основных трехмерных задач теории упругости для тел произвольной формы путем численной реализации метода интегральных уравнений. // Труды Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта, 1972, вып. 137.
2. Белоцерковский С.М. Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях и их применение в аэродинамике, теории упругости, электродинамике. – М.: Наука, 1985.
3. Векуа Н.П. Системы сингулярных интегральных уравнений и некоторые граничные задачи. – М.: Физматгиз, 1970.

4. Гольнштейн М.Н. Вариационный метод решения задач об устойчивости грунтов. – Киев: Сб. Вопросы геотехники, Тр. ДИИТ, 1969, № 16.
5. Полуботко А.А. Методические указания для разработки курсового проекта по курсу «Механика горных пород и грунтов» / Полуботко А.А., Пендин В.В., Горобцов Д.Н. – Москва, 2016.
6. Каландия А.И. Математические задачи двумерной упругости. – М.: Наука, 1973.
7. Крауч С. Методы граничных элементов в механике твердого тела / Крауч С., Старфилд А. – М.: Мир, 1987.
8. Михлин С.Г. Многомерные сингулярные и интегральные уравнения. – М.: Физматгиз, 1962.
9. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М.: Наука, 1966.
10. Фоменко И.К. Методология оценки и прогноза оползневой опасности. – ЛЕНАНД Москва, 2015. – С. 320.
11. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений.
12. Фоменко И.К. Математическое моделирование напряженного состояния инженерно - геологического массива, сложенного анизотропными горными породами // дис., канд. геол.-минерал. наук: 04.00.07. – Москва. 2001. – С. 138.
13. Фоменко И.К. Современные средства в количественной оценке устойчивости склонов / Фоменко И.К., Зеркаль О.В., Горобцов Д.Н. // Научно-практическая конференция "Инженерно-геологические задачи современности и методы их решения". – Москва, 2017.
14. RocScience, Inc. Settle 3D version 4.0. Settlement and Consolidation Analysis. Theory Manual, Toronto, Ontario, Canada, 2009.
15. Vijaykumar S.A node-centric indirect boundary element method: three-dimensional displacement discontinuity / Vijaykumar S.A., Yacoub T.E., Curran, J.H., Comput. Struct, 2000. – 74 p.
16. Yue Z.Q. On generalized Kelvin solution in multilayered elastic medium, J. Elasticity, 1995. – 143 p.
17. Yue Z.Q. On elastostatics of multilayered solids subjected to general surface traction, Quart.J. Mech. Appl. Math, 1996 – 49 p.

СЕКЦИЯ

«ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

ЗАЩИТА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕМ СКРЫТИЯ СТРУКТУРЫ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Горячая Алина Васильевна
курсант факультета Автоматизированных систем управления
ВАС им. С.М. Буденного,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: goryachaya_alina@mail.ru

Чукариков Александр Геннадьевич
научный руководитель, канд. воен. наук, доцент,
доц. кафедры Автоматизированных систем специального назначения
ВАС им. С.М. Буденного,
РФ, г. Санкт – Петербург
E-mail: agchuk@yandex.ru

Кожевников Дмитрий Анатольевич
научный руководитель, канд. техн. наук,
начальник отдела организации научной работы
и подготовки научно-педагогических кадров
ВАС им. С.М. Буденного,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: vasnionpk@gmail.com

Голуб Борис Владимирович
научный руководитель, старший преподаватель СамГУ,
кафедра безопасности информационных систем,
РФ, г. Самара
E-mail: 71us@mail.ru

С развитием информационно-коммуникационных технологий возрастает количество компьютерных атак на элементы сетей связи различного назначения. При этом злоумышленники преследуют цели как нарушение целостности, доступности и конфиденциальности передаваемой информации, так и вскрытие существующей структуры сети связи, что в свою очередь приводит к обнаружению принятой системы управления организации,

эксплуатирующей данную сеть связи. В работе раскрывается сущность способа скрытия структуры используемой информационно-телекоммуникационной сети, который предназначен для использования в распределенных сетях связи, использующих ресурсы сети связи общего пользования [5].

В настоящее время существует ряд предложений, направленных на безопасное использование существующей инфраструктуры связи в интересах различных систем управления [1, 2, 3, 4]. Наряду с достоинствами данные предложения имеют и недостатки, в частности не рассматривается скрытность абонентов в сети связи, обусловленная возможностью идентификации пакетов сообщений относительно конкретных пользователей сети в случае компрометации, т. е. события, связанного с получением кем-либо несанкционированного доступа к элементам безопасного маршрута связи.

Рассмотрим вариант структуры распределенной сети связи (Рис.1), представляющую собой совокупность из абонентов сети 1, 5 узлов сети 2, выделенного сервера безопасности 3, объединенных физическими линиями связи 4.

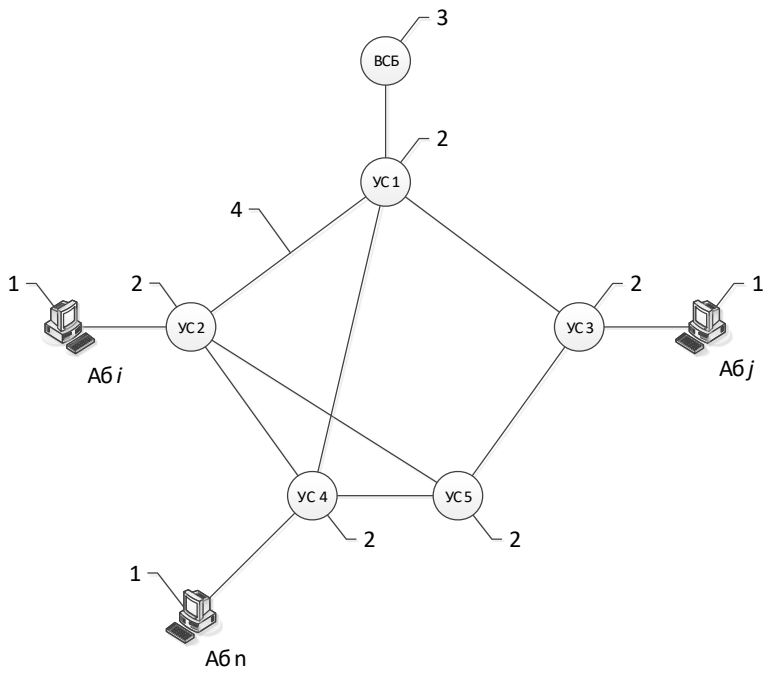


Рисунок 1. Структура распределенной сети связи

На рис.2 представлен алгоритм реализации предлагаемого способа скрытия структуры информационно-телекоммуникационной сети.

На начальном этапе в выделенном сервере безопасности (ВСБ) задают исходные данные, включающие структурный *{IP}* и идентификационный *{ID}* массивы, адрес ВСБ $IP_{ВСБ}$, идентификаторы ID_a и адреса IP_a абонентов (корреспондентов), подключенных к сети связи, а так же для каждого x-го узла сети, где $x = 1,2,\ldots,X$, $Y \geq 2$ параметров безопасности и их значения b_{xy}, где $y = 1,2,\ldots,Y$. Для каждого x-го узла сети по значениям b_{xy} вычисляют комплексный показатель безопасности $k_{x\sum}$ (бл. 2 на рис.2) путем суммирования $k_{x\Sigma} = \sum_{y=1}^{Y} b_{xy}$, перемножения $k_{x\Sigma} = \prod_{y=1}^{Y} b_{xy}$ или как среднее арифметическое значение $k_{x\Sigma} = \left(\sum_{y=1}^{Y} b_{xy}\right)/Y$ его параметров безопасности b_{xy}. Принципиально способ вычисления $k_{x\sum}$ не влияет на результат выбора безопасного маршрута.

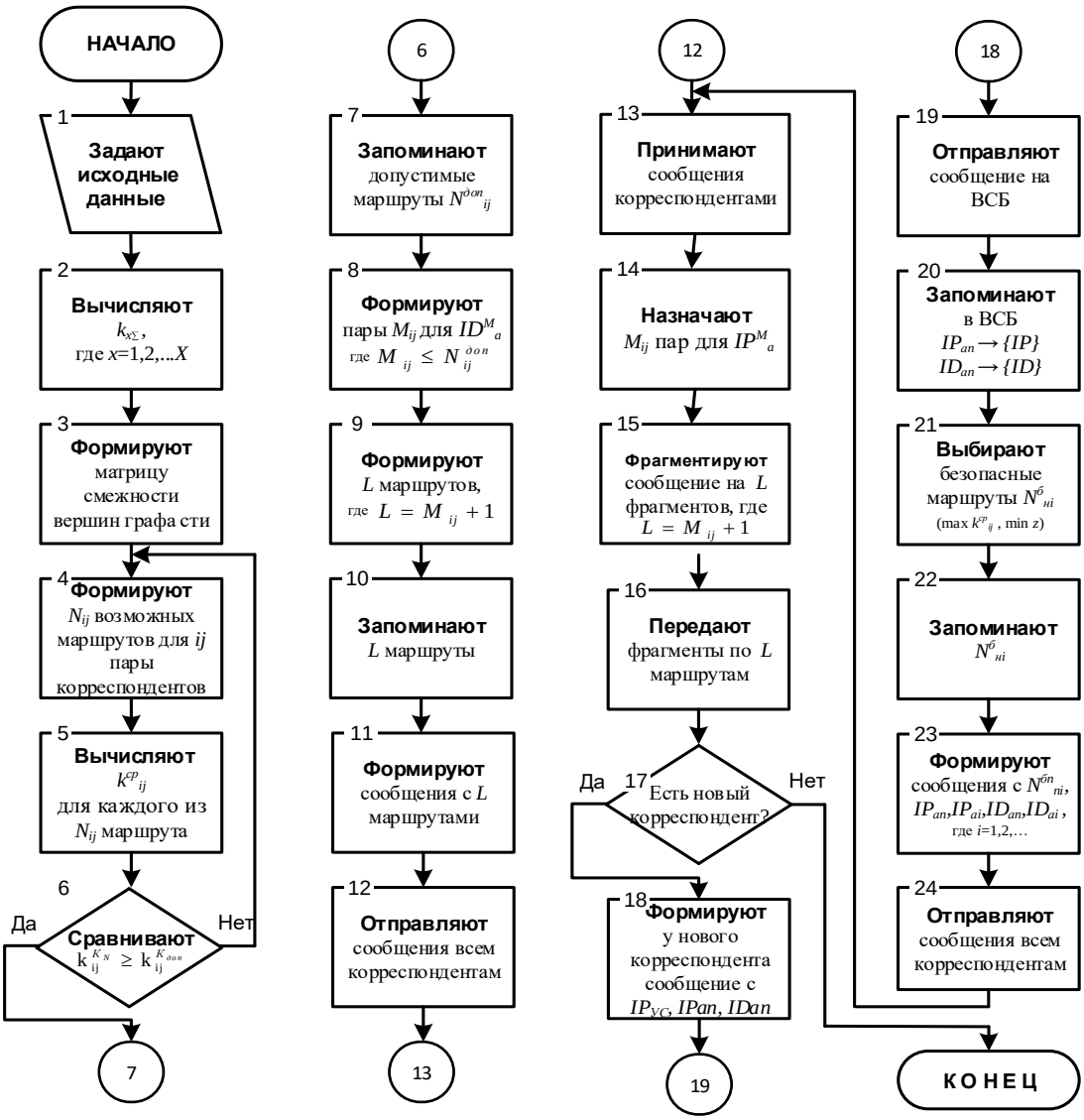


Рисунок 2. Алгоритм реализации способа скрытия структуры информационно-телекоммуникационной сети

Следующим шагом является формирование матрицы смежности вершин графа сети (бл. 3 на рис.2), для этого в структурном массиве запоминают адреса узлов сети $IP_{УС}$ и адреса корреспондентов IP_a сети, а также информацию о наличии связи между ними. После этого в идентификационном массиве запоминают идентификаторы ID_a, $ID_{СБ}$ и соответствующие им адреса IP_a, $IP_{СБ}$ корреспондентов сети и ВСБ.

Создают совокупность возможных маршрутов связи между i-м и j-м корреспондентами сети (бл. 4 на рис.2), где $i = 1,2,\ldots$, $j = 1,2,\ldots$, и $i \neq j$, в виде N_{ij} деревьев графа сети связи. Каждое n-ое, где $n = 1,2,\ldots$, N_{ij}, дерево графа состоит из z_n вершин, что соответствует количеству узлов сети.

Общее число N_{ij} деревьев графа сети связи между i-м и j-м корреспондентами сети может быть определено различными методами. Данный способ предлагает нахождение общего числа N_{ij} деревьев графа с помощью матрицы смежности. Удаляя одну строку матрицы B, получают матрицу B_o, а затем транспонированную к ней матрицу B_o^T.

Нахождение всех возможных маршрутов связи и их незамкнутость, обеспечивается путем построения маршрутов связи между корреспондентами на основе деревьев графа сети связи. Тем самым исключаются неприемлемые для передачи сообщений замкнутые маршруты. Проведенные расчеты позволили получить общее число N_{ij} деревьев графа сети связи между i-м и j-м корреспондентами сети равное 5.

Для того, чтобы обосновать объективность выбора безопасного маршрута связи из 5 возможных маршрутов вычисляют средние показатели безопасности k_{ij}^{cp} (бл. 5 на рис. 2) как среднее арифметическое комплексных показателей безопасности k_{Σ}^{n} узлов сети, входящих в n-ый маршрут связи $k_{ij}^{cp} = \left(\sum k_{\Sigma}^{n}\right)/z_n$. Результаты, полученные при вычислении комплексных показателей безопасности узлов сети и средних показателей безопасности k_{ij}^{cp} маршрутов связи показаны на рис. 3.

Далее сравнивают значения комплексных показателей безопасности маршрутов $k_{ij}^{K_N}$ с предварительно заданным допустимым значением $k_{ij}^{K_{доп}}$ (бл. 6 на рис. 2). Значения комплексных показателей безопасности маршрутов должны удовлетворять условию: $k_{ij}^{K_N} \geq k_{ij}^{K_{доп}}$, если оно выполнено то допустимые маршруты $N_{ij}^{доп}$ запоминаются (бл. 7 на рис.2). При наличии маршрутов с равными показателями безопасности приоритет отдается маршруту с наименьшим количеством узлов z_n, входящих в него.

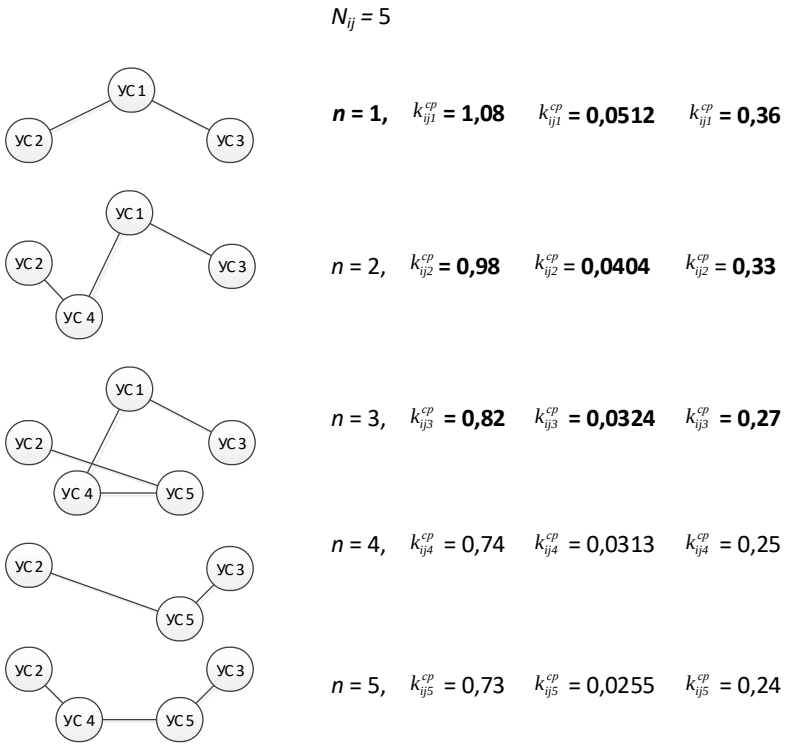


Рисунок 3. Полученные результаты

Из полученных результатов, приведенных на рис.3. следует, что при заданном $k_{ij}^{K_{доп}} = 0{,}26$ первые три маршрута имеют значения среднего показателя безопасности, $k_{ij}^{ср}$ удовлетворяющие этому требованию. Способ вычисления $k_{x\sum}$ не влияет на результат выбора безопасного маршрута.

Далее формируют M_{ij} пар дополнительных идентификаторов для корреспондентов сети ID_a^M, где $M_{ij} \leq N_{ij}^{доп}$, создают совокупность возможных допустимых маршрутов связи L между каждой парой

идентификаторов корреспондентов сети, где $L = M_{ij} + 1$ и запоминают сформированные L маршрутов (бл. 8, 9, 10 на рис. 2).

Затем формируют сообщения, включающие запомненные L допустимые маршруты между i-м и всеми j-ми корреспондентами, идентификаторы ID_{aj} и адреса IP_{aj} всех j-х корреспондентов (бл. 11 на рис. 2). После этого отправляют сформированные сообщения всем i-м корреспондентам сети (бл. 12 на рис. 2), для оповещения о допустимых маршрутах ко всем остальным абонентам.

Для передачи сообщений между корреспондентами по идентификатору корреспондента-получателя сообщения ID_a выбирают его адрес IP_a и допустимый маршрут $N_{ij}^{доп}$ к нему. После отправки сформированных сообщений всем i-м корреспондентам сети и их принятии, назначают M_{ij} пар дополнительных идентификаторов IP_a^M корреспондентам сети в соответствии с управляющей информацией, содержащейся в принятых сообщениях (бл. 13, 14 на рис.2). Далее фрагментируют исходящее сообщение на L фрагментов, при этом количество фрагментов выбирают равным количеству пар идентификаторов: $(L = M_{ij} + 1)$ и передают фрагменты сообщения по L возможным допустимым маршрутам связи (бл. 15, 16 на рис.2).

При подключении нового корреспондента (на рис.1– Аб n) к сети связи, формируют у него сообщение, содержащее адрес узла сети УС 4 $IP_{У4}$ к которому он подключен, его идентификатор ID_{an} и адрес IP_{an} (бл. 17 и 18 на рис.2). Отправляют сформированное сообщение на ВСБ, где его запоминают в структурном и идентификационном массивах (бл. 19 и 20 на рис. 2), дополняя информацию о структуре сети связи и корреспондентах сети.

В ВСБ аналогично описанному выше способу выбирают безопасные маршруты связи $N^{б}_{нi}$ между новым корреспондентом и всеми j-ми корреспондентами и запоминают их (бл. 21 и 22 на рис. 2). Формируют сообщения, включающие информацию о запомненных безопасных маршрутах связи от каждого j-ого корреспондента сети к новому корреспонденту и отправляют их j-ым корреспондентам сети (бл. 23, 24 на рис. 2). Из этого

следует, что всех корреспондентов уведомляют о безопасных маршрутах к новому корреспонденту, а нового к остальным.

Таким образом, реализация предлагаемого способа позволит повысить скрытность структуры системы связи и, соответственно, структуры системы управления за счет непрерывного изменения идентификаторов корреспондентов сети в передаваемых пакетах сообщений и передачи пакетов сообщений по безопасным маршрутам связи.

Список литературы:

1. Корсунский А.С., Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Чукариков А.Г. Принципы безопасного использования инфраструктуры связи применительно к условиям техносферной войны. Сборник научных трудов научно-технической конференции «Интегрированные системы управления». 2016 г. С. 199-206.
2. Анисимов В.В., Масленникова Т.Н., Павлыгин Э.Д., Корсунский А.С., Чукариков А.Г. Способ защиты информационного обмена между пользователями инфо-телекоммуникационной сети. Технические науки – от теории к практике. 2017г. № 3 (63). С. 23-34.
3. Сагдеев А.К., Чукариков А.Г. Обоснование оперативно-технических требований к информационно-телекоммуникационным сетям специального назначения, функционирующих с использованием ресурсов ЕСЭ РФ, в условиях конфликта в киберпространстве. Труды учебных заведений связи. 2016 г. Т. 2. № 4. С. 99-103.
4. Патент РФ № 2620200 от 23.05.2016. Способ целенаправленной трансформации параметров модели реального фрагмента сети связи. Анисимов В.В., Бегаев А.Н., Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Федоров В.Г., Чукариков А.Г.
5. Патент РФ № 2622842 от 20.06.2017. Способ маскирования структуры сети связи. Голуб Б.В., Горячая А.В., Кожевников Д.А., Лыков Н.Ю., Максимов Р.В., Тихонов С.С.

СЕКЦИЯ
«ТЕХНОЛОГИИ»

ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕННЫХ СИСТЕМ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

Сизов Никита Павлович
студент,
Институт Нефти и Газа АГТУ,
РФ, г. Астрахань
E-mail: vozis.n@mail.ru

Сизов Роман Александрович
студент,
Институт Нефти и Газа АГТУ,
РФ, г. Астрахань
E-mail: roma3062@gmail.com

Манафов Максим Гамидович
студент,
Институт Нефти и Газа АГТУ,
РФ, г. Астрахань
E-mail: maksim_manafov@mail.ru

В настоящее время доля месторождений с трудноизвлекаемыми запасами жидких углеводородов составляет 70-80 % от общего числа нефтяных и нефтегазовых месторождений на территории России. Как правило, к таким месторождениям относятся месторождения с одним или несколькими признаками:

- продуктивные пласты, насыщенные углеводородами, сложены низкопроницаемыми породами;
- нефть, которая находится в продуктивном пласте, обладает нестандартными свойствами: высоковязкая, высокопарафинистая;
- давление, фиксируемое в пласте, выше расчетного для данной глубины.

Таблица 1.

Классификация коллекторов

Группа коллекторов	Проницаемость, мкм^2	Радиус каналов фильтрации, мкм	Пористость общая, %	Нефтенасыщенность, %
Непроницаемые	<0,001	<3	2-4	0
Низкопроницаемые (низкопродуктивные)	0,001-0,01	3-5	4-8	1-62
Среднепроницаемые (среднепродуктивные)	0,01-0,1	5-14	8-10	62-82
Высокопроницаемые (высокопродуктивные)	>0,1	14-20	10-15	82-90

Извлечение углеводородов из продуктивных пластов, слагающих такие месторождения, практически невозможно без применения методов увеличения нефтеотдачи. Наибольшее распространение получили методы механического воздействия на пласт, в частности – гидроразрыв пласта (ГРП).

ГРП играет ключевую роль при разработке нетрадиционных запасов. На первом этапе в скважину закачивают небольшое количество жидкости, называемой «pre-pad», чтобы заполнить скважину, вызвать разрыв пласта и убедиться в хорошем техническом состоянии скважины. Затем закачивают вторую жидкость, называемую жидкостью разрыва. Гидравлическое давление, создаваемое нагнетаемой жидкостью разрыва, заставляет трещину распространяться далее в пласт. Эта жидкость также охлаждает ствол скважины и горные породы у стенок трещины. Затем в трещину закачивают суспензию, состоящую из жидкости и расклинивающего материала. Для перемещения расклинивающего материала вглубь трещины и предотвращения его осаждения необходимо, чтобы жидкость имела высокую вязкость. По завершении этих действий необходимо «разрушить» жидкость и снизить ее вязкость с помощью добавок с тем, чтобы вымыть ее и очистить скважину. Трещина должна сомкнуться над расклинивающим материалом для предотвращения его осаждения и создания протяженной проводящей трещины [1].

В настоящее время нефтедобывающие компании, проводя геолого-технические мероприятия, в основном ограничиваются использованием

стандартных технологий гидроразрыва пласта (ГРП) с применением гелированного водного раствора на полимерной основе. Данные растворы, как и жидкости глушения, а также буровые растворы вызывают значительное повреждение пласта и самой трещины, что существенно снижает остаточную проводимость трещин, и, как следствие, добычу нефти. Особое значение кольматация пласта и трещин имеет на месторождениях с текущим пластовым давлением менее 80 % первоначального. Из технологий, применяемых для решения данной проблемы, выделяют технологии с использованием смеси жидкости и газа:

- вспененные (например, азотированные) жидкости с содержанием газа менее 52 % общего объема смеси;
- пенные ГРП – более 52 % газа.

Пенный ГРП, как и обычный, направлен на создание трещины в пласте, высокая проводимость которой обеспечивает приток углеводородов к скважине. Однако при пенном ГРП за счет замены (в среднем 60 % объема) части гелированного водного раствора на сжатый газ (азот или углекислый газ) значительно возрастают проницаемость и проводимость трещин, и, как следствие, степень повреждения пласта минимальна.

Во время процесса пенного ГРП используется пена в качестве жидкости разрыва, а пены образуются путем объединения двух фаз. В дополнение к этим двум основным фазам используются поверхностно-активные вещества (ПАВ) для поддержания стабильности пены, что создает лучшее соединение между двумя фазами. После приготовления пены некоторое количество расклинивающего агента (проппанта) смешивают с пеной, и эту смесь вводят в пласт через наблюдательную или эксплуатационную скважину с заранее определенным давлением. В зависимости от выбранных фаз пены могут быть разделены на три основных типа (см. таблицу 2).

Таблица 2.

Классификация пенных агентов для ГРП [2]

Вид пены	Основные компоненты	Сфера использования
Пены на водной основе	Вода+пенообразователь-ПАВ+азот или углекислый газ (редко)	Пласты с низким давлением
Пены на кислотной основе	Кислота (соляная или плавиковая)+ пенообразователь-ПАВ+азот	Пласты с низким давлением, особо склонные к взаимодействию с водой
Пены на спиртовой основе	Метанол+ пенообразователь-ПАВ + азот	Пласты с низким давлением

Среди различных типов потенциальных пеноматериалов для гидроразрыва наиболее часто используется пена на водной основе, что обусловлено широкой доступностью и более низкими технологическими требованиями. Тем не менее, пены на водной основе могут способствовать значительному набуханию матрицы породы, что значительно сокращает эффективное поровое пространство породы, которое может быть наполнено флюидом, и уменьшением каналов фильтрации нефти. В этих изменчивых условиях с низкой проницаемостью добыча пластового флюида будет сильно уменьшаться. Тем не менее, такие рецепты можно легко предварительно рассчитать, зная состав глин, присутствующих в массе породы, поскольку они являются эффективными агентами для процесса набухания. Исходя из всех этих фактов, становится ясно, что для достижения эффективного процесса гидроразрыва необходимо всестороннее изучение свойств используемого типа пены и характеристик пласта.

В мировой практике уже была отмечена наибольшая эффективность использования пенных жидкостей для ГРП в скважинах, где пластовой энергии недостаточно для выталкивания отработанной жидкости ГРП в ствол скважины во время ее освоения. Это относится как к новому, так и к действующему фонду скважин. Например, по выбранным скважинам Южно-Приобского месторождения пластовое давление снизилось до 50 % первоначального. При проведении пенного ГРП сжатый газ, который был закачан в составе пены, помогает выдавливать отработанный раствор из пласта, что увеличивает объемы отработанной жидкости и снижает время отработки скважины [3].

Системы пенного гидроразрыва пласта являются современным методом, который позволяет производить добычу углеводородного сырья из месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, при использовании данного вида воздействия на пласт не происходит его значительного загрязнения, что способствует не только сохранению естественных свойств пласта, но и уменьшить экологическое воздействие. К тому же с экономической точки зрения, данные системы являются более рентабельными и технологичными по сравнении со стандартными системами гидроразрыва с использованием технических жидкостей и натуральных загустителей.

Список литературы:

1. R. Malpani, S.A. Holditch Выбор жидкости разрыва для интенсификации добычи из малопроницаемых газоносных пластов // Нефтегазовые технологии - Ноябрь 2008 - № 11 - с. 51-55.
2. W.A. M. Wanniarachchi, P.G. Ranjith, M.S. A. Perera. Shale gas fracturing using foam-based fracturing fluid // Environ Earth Sci-2017.
3. А.В. Барышников, Р.Р. Ямилов, А.В. Сурков, С.А. Верещагин, М.В. Опарин, Д.В. Мельников. Результаты проведения пенного гидроразрыва пласта на Южно-Приобском месторождении // Нефтяное хозяйство – 2011 – № 1 – с. 76-77.

ТЕХНОЛОГИЯ ВСКРЫТИЯ ПЛАСТОВ С АНОМАЛЬНО ВЫСОКИМ ПЛАСТОВЫМ ДАВЛЕНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕРМЕТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЦИРКУЛЯЦИИ

Светличный Владислав Олегович
магистрант, кафедра БНиГС СФУ,
РФ, г. Красноярск
E-mail: Vladislavsv94@gmail.com

Городилов Василий Валеревич
магистрант, кафедра БНиГС СФУ,
РФ, г. Красноярск

Вороненкова Юлия Олеговна
магистрант, кафедра БНиГС СФУ,
РФ, г. Красноярск

Квеско Наталия Геннадьевна
научный руководитель, д-р техн. наук, профессор, кафедра БНиГС СФУ,
РФ, г. Красноярск

По мере увеличения глубин скважин, все чаще встречаются пластовые давления, превышающие гидростатические. Такие давления получили название аномально высокие. Аномально высокие пластовые давления (АВПД) известны в литературе с середины 1930-х годов, хотя их проявление в виде многочисленных выбросов и мощных фонтанов нефти, газа, воды отмечались значительно раньше [2]. Они установлены во всех нефтегазоносных районах мира, где проводилось или проводится глубокое бурение, причем, количество обнаруживаемых скоплений с АВПД увеличивается с ростом глубин скважин. В связи с этим аномально высоким пластовым давлениям в России и за рубежом уделяется все больше внимания, но, несмотря на это, до сих пор взгляды исследователей на природу их образования далеки от единства.

Состояние призабойной зоны скважины в период заканчивания скважин во многом определяет эффективность разработки нефтяных и газовых месторождений. При вскрытии и разбуривании продуктивного пласта нужно уделять особое внимание технологическим приемам, которые снижают негативные воздействия технологических процессов на продуктивный пласт.

Чтобы избежать возможных проявлений, вскрытие продуктивного пласта с аномально высоким пластовым давлением проводят утяжеленным буровым раствором, в который добавляется утяжелитель (барит, галенит, гематит, магнетит), что зачастую приводит к загрязнению пласта и проникновению фильтрата и тяжелых частиц в пласт. Согласно Правилам безопасности в нефтяной и газовой отрасли, столб бурового раствора в скважине должен создавать давление, превышающее пластовое на величину от 5 % до 10 % в зависимости от глубины.

Однако в реальных условиях давление, оказываемое на продуктивный пласт, существенно больше из-за переутяжеления бурового раствора, движения вниз бурового инструмента, а так же из-за гидравлических сопротивлений при движении раствора в кольцевом пространстве. Чтобы максимально сохранить природное состояние коллектора, продуктивный пласт желательно вскрывать в условиях равновесия или на депрессии. Однако, отсутствие технических средств, для обеспечения надежной проводки скважины на равновесии или в режиме депрессии, вынуждают осуществлять вскрытие пласта в условиях репрессии. От репрессии на пласт зависят остальные процессы взаимодействия пласта с буровым раствором. Так же она может стать причиной изменения естественной трещиноватости и влияет на деформацию пород в прискважинной зоне продуктивного горизонта. Очевидно, что репрессия отрицательно влияет на коллекторские свойства продуктивного пласта, из-за чего увеличивается время освоения скважин, их производительность уменьшается, снижается коэффициент нефтеоотдачи.

Самым действенным и реальным мероприятием, позволяющим существенно улучшить качество вскрытия пластов в процессе бурения и испытания скважин, в настоящее время является ограничение (или регулирование) перепада давления на продуктивные пласты [4]. Величина перепада давления в системе скважина-пласты решающим образом влияет на объем фильтрата бурового раствора, вытесняющегося в пласты, на степень закупорки их твердой фазой раствора, шламом и, следовательно, на сохранение

естественной проницаемости продуктивных отложений. Идеальным в этом плане представляется бурение без репрессий в условиях гидростатического равновесия или дефицита давления в скважине, то есть в условиях, когда давление рабочего агента меньше или равно пластовому. Такого положения можно достичь, при бурении с промывкой забоя пенами, аэрированными жидкостями, сжиженными газами, или с продувкой воздухом или газом. Однако, для этого необходимо, с одной стороны, точно знать величины пластовых давлений, что не всегда возможно. С другой стороны, бурение на грани выброса предполагает наличие безотказного и быстродействующего противовыбросового оборудования для регулирования противодавления на пласты и высококвалифицированного контроля. Обзор научно-технической литературы показывает, что на сегодняшний день такое оборудование в промышленном масштабе не изготовляется. Поэтому, несмотря на бесспорные преимущества (многократное увеличение механической скорости бурения, уменьшение поглощений и прихватов инструмента, сохранение естественных коллекторских свойств пород и др.), бурение с дефицитом давления, или гидростатическим равновесием в скважине пока осуществляется в опытном порядке, причем в условиях нормальных пластовых давлений или в истощенных пластах.

По результатам лабораторной оценки влияния гидродинамического поля на процессы фильтрации, проведенной на керновом материале, показано, что при гидродинамических воздействиях, образование кольматационной корки ускоряется в 100 и более раз. В результате воздействия скорость фильтрации через 15 - 20 секунд становится близкой к нулю, а степень кольматации достигает 95 – 96 %. Объем фильтрата, проникающего в керновой материал, снижается в десятки раз. Оценка эффективности применяемой технологии проводилась по значению удельной продуктивности пласта, увеличение которой составило почти 4 раза. Однако следует отметить [4], что, до настоящего времени отсутствуют исследования, позволяющие оперативно оценить влияние скорости фильтрации в продуктивный пласт в зависимости

от типа коллектора, его коллекторских свойств, частоты и интенсивности воздействия при формировании кольматационного экрана непосредственно в процессе механического углубления ствола скважины, что не позволяет осуществлять оперативное управление кольматационным процессом первичного вскрытия пласта [1].

Американские исследователи [4] полагают, что существуют следующие основные виды загрязнения пласта:

1) реакция глин, содержащихся в нем, с водой, поступающей из бурового раствора, с последующим набуханием глин;

2) кольматация пор пласта твердыми частицами глинистого раствора.

Очевидно, это только часть факторов, которые определяют падение проницаемости призабойной зоны пласта. Если принять к сведению, что на площади образца из обычного песчаника, равной 6,5 см^2, находится до 3000 пор, которые в известной степени определяют проницаемость [4], то становится понятным, насколько чувствительна эта поверхность к загрязнению.

В СевКавНИПИгазе была разработана технология вскрытия продуктивного пласта на равновесии методом регулирования дифференциального давления в условиях герметизированной системы циркуляции (ГСЦ), что позволяет плавно регулировать давление промывочного агента в системе и применять различные методы бурения:

1. Бурение на равновесии

2. Бурение с избыточным давлением – проведение полного цикла буровых работ

3. Бурение с использованием двух растворов, когда $P_з = P_{пл}$ имеет место только при бурении, а спускоподъемные операции осуществляются после замены раствора в скважине на более тяжелый с целью компенсации пониженного забойного давления за счет эффекта поршневания, а также предотвращение проявлений, облегчения бурового агента в период, когда компоновка низа бурильной колонны находится не на забое скважины.

4. Бурение при депрессии на пласт

Буровые работы при данной технологии производятся с применением комплекса герметизирующих устройств на устье скважины, так как по утверждению авторов этой технологии [2], успешность бурения скважин полностью зависит от возможности раннего обнаружения проявления и методов плавного глушения начавшегося проявления. Значительное увеличение механической скорости бурения и уменьшение общей стоимости строительства скважины способствовало широкому распространению данной технологии за рубежом, где базируется на наличии надежного противовыбросового оборудования. Проанализировав результаты исследований режимов бурения при регулировании дифференциального давления в системе «скважина-пласт» и обработки фактических данных мной были сделаны выводы: применение метода бурения скважины при сбалансированном давлении на пласт в условиях аномально высоких пластовых давлений, основывающегося на оперативном определении параметров пластов, позволяет резко повысить технико-экономические показатели проводки глубоких скважин.

Исходя из условий максимального сохранения природного состояния коллектора, наиболее перспективным технико-технологическим решением, обеспечивающим вскрытие пластов в условиях АВПД является бурение на равновесии или управляемом дифференциальном давлении с использованием оперативной информации, поступающей с забоя скважины.

Дальнейшим путём развития, на мой взгляд, является разработка методов и технологий отбора проб промывочной жидкости, выходящей из затрубного пространства скважины.

Данный способ вскрытия продуктивных пластов с контролируемым забойным давлением позволит вызвать контролируемое проявление пластового флюида на забой скважины, вымыть его на дневную поверхность с целью установления природы флюида (вода, нефть, газ) и определить значение пластового давления. Для этого после поступления сигнала об установлении сообщения с пластом (повышение давления в наземной части системы циркуляции) открыть выкидную линию на блоке очистки промывочной

жидкости и допустить на забой приток пластового флюидастрого заданного объема. Затем восстановить циркуляцию и вымыть пластовый флюид на дневную поверхность.

При этом закономерность изменения давления в емкости авторегулирования определяют исходя из условий pVT газовой пачки, движущейся по стволу скважины, и буферного газа в емкости авторегулирования соответственно по формулам:

$$\frac{\text{рзаб} \cdot V_{\text{заб}}^{\Gamma}}{\text{Т}_{\text{заб}} \cdot Z_{\text{заб}}^{l}} = \frac{\text{р}_{(1)}\left(V_{\text{заб}}^{\Gamma} + \Delta V_{(1)}\right)}{\text{Т}_{(1)} \cdot Z_{(1)}}; \quad (1)$$

$$\frac{p\prime_y V\prime_y}{T\prime_y z\prime_y} = \frac{p_y\left(V\prime_y + \Delta V_{(1)}\right)}{T_y z_y}, \quad (2)$$

где: $\text{р}_{\text{заб}}$, $V_{\text{заб}}^{\Gamma}$, $\text{Т}_{\text{заб}}$, $Z_{\text{заб}}^{l}$ – соответственно давление, объем, температура и коэффициент сжимаемости газа в забойных условиях; $\text{р}_{(1)}$, $\text{Т}_{(1)}$, $Z_{(1)}$ - соответственно давление, температура и коэффициент сжимаемости газа на текущей глубине скважины l, p'_y, V'_y, T'_y, z'_y - соответственно давление, объем, температура и коэффициент сжимаемости буферного газа в емкости авторегулирования, когда газовая пачка находится на забое скважины;p_y, T_y, z_y - соответственно давление, температура и коэффициент сжимаемости буферного газа в емкости авторегулирования, когда газовая пачка находится на текущей глубине l.

Данная технология обладает рядом преимуществ перед технологией бурения, осуществляемой в условиях бурения на репрессии. К таким преимуществам следует отнести [1, 3]:

1) получение однозначного ответа о наличии продуктивных пластов во вскрываемом разрезе непосредственно в процессе бурения скважины;

2) сохранение естественной проницаемости ПЗП, сокращение сроков освоения и получение дополнительной добычи газа или нефти;

3) повышение механической, коммерческой и технической скоростей бурения;

4) экономию энергии и материалов на приготовление и обработку бурового агента и удовлетворение требованиям экологической безопасности.

В связи с возросшими в настоящее время требованиями к качеству заканчивания скважин, проблема сохранения естественной проницаемости продуктивных пластов при их вскрытии является очень актуальной и требует разработки и скорейшего внедрения на буровых и газодобывающих предприятиях новых технических решений.

Список литературы:

1. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. Учеб. для вузов. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. — 679 с.
2. Карнаухов М.Л. Справочник по испытанию скважин / М.Л. Карнаухов, Н.Ф. Рязанцев. - М., Недра, 1984. - с. 154-162.
3. Крылов В.И. Справочник по креплению нефтяных и газовых скважин. / А.И. Булатов, Л.Б. Измайлов, В.И. Крылов и др. - М.: Недра, 1981. – 240 с.
4. Мавлютов М.Р., Поляков В.Н., Кузнецов Ю.С. и др. Управляемая кольматация призабойной зоны пластов при бурении и заканчивании скважин. Нефтяное хоз-во, 2014, № 6, с. 7-10.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ОСЛОЖНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ НАКЛОННО НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

Сизов Никита Павлович
студент, Институт Нефти и Газа АГТУ,
РФ, г. Астрахань
E-mail: vozis.n@mail.ru

Манафов Максим Гамидович
студент, Институт Нефти и Газа АГТУ,
РФ, г. Астрахань
E-mail: maksim_manafov@mail.ru

Быченков Антон Дмитриевич
студент, Институт Нефти и Газа АГТУ,
РФ, г. Астрахань
Email: anton.xm8@mail.ru

Сизов Роман Александрович
студент, Институт Нефти и Газа АГТУ,
РФ, г. Астрахань
E-mail: roma3062@gmail.com

В настоящее время разработано значительное число технологий, которые способствуют наиболее эффективной добыче нефти, которые могут применяться на различных этапах разработки месторождений. Одним из наиболее эффективным способом является строительство скважин со значительным отклонением от вертикали, вплоть до горизонтального профиля.

По сравнению с обычными скважинами, строительство наклонных скважин более технологичный процесс, требующий больших финансовых вложений. Необходимо учитывать, что риск возникновения осложнений и аварийных ситуаций в ходе строительства таких скважин намного выше, чем для простых вертикальных скважин. Самыми распространенными осложнениями при строительстве наклонных скважин являются:

- разрушение стенок скважины;
- поглощения буровых промывочных и тампонажных растворов;
- пластовые флюидопроявления;
- прихваты колонн бурильных и обсадных труб.

Разрушение стенок скважины и поглощения растворов связаны в первую очередь с неверным подбором компонентов бурового раствора, значительными колебаниями его плотности, а также превышение допустимого давления, создаваемого столбом жидкости в скважине.

Поглощение промывочной жидкости предотвращают применением специальных буровых растворов с минимально возможной для данных условий плотностью, большой вязкостью, прочной структурой и минимальной водоотдачей.

Для получения буровых растворов, обладающих перечисленными свойствами, используют: жидкое стекло - до 5 % от объема циркулирующего раствора; каустическую соду - до 4 % от объема циркулирующего раствора (количество соды указано, исходя из твердого вещества); известь – в количестве, необходимом для требуемой вязкости бурового раствора (известковое молоко приготавливают на скважине в глиномешалке, для чего 3/4 ее объема заливают водой, а затем до полного объема загружают гашеной известью, после тщательного перемешивания эту смесь добавляют в раствор через желоб); различные инертные добавки, как, например, опилки и рисовая шелуха, мелкие обрезки резины и тканей, вводимые в буровой раствор через глиномешалку.

Если применение специальных растворов не дает положительных результатов, то необходимо перейти на бурение с промывкой аэрированной жидкостью и пенами [1].

В случае возникшего флюидопроявления устье скважины герметизируют с помощью закрытия противовыбросового превентора и приступают к ликвидации флюидопроявления, контролируя давление на устье. Вследствие 30 миграции газа по кольцевому пространству избыточное давление растет, Поэтому по мере роста давления в кольцевом пространстве, приближаемое к величине допустимого давления для участка открытого ствола, склонного к гидроразрыву, избыточное давление в кольцевом пространстве снижают.

Снижение давления осуществляют путем открытия дросселя или, если это не удается, путем открытия превентора.

Потерю забойного давления при этом компенсируют увеличением давления в бурильной колонне за счет повышения производительности насосов. Гидросопротивление на участке открытого ствола скважины, склонного к гидроразрыву регулируют так, чтобы оно было достаточное для предотвращения поступления флюида из пласта, но меньшим давления гидроразрыва [2].

Прихваты бурового инструмента и бурильных колонн является наиболее рядовой и распространенной проблемой, возникающей в ходе бурения наклонных скважин. Это происходит вследствие неполного выноса выбуренной породы из скважины. Данная пробела может быть решена еще на этапе планирования бурения участка с помощью создания математической модели очистки забоя с учетом геологических особенностей вскрываемого горизонта.

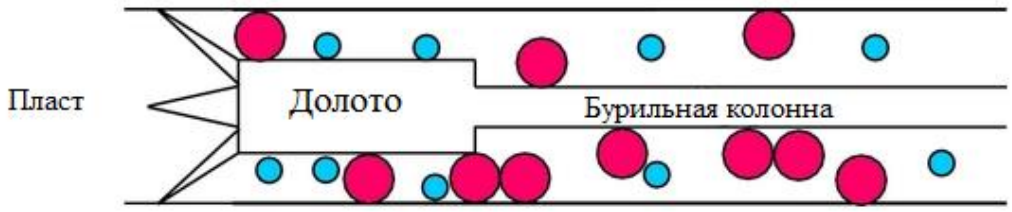


Рисунок 1. Движение бурового раствора и частиц выбуренной породы в горизонтальном стволе

Для обеспечения выноса шлама из скважины, должна быть применена сила, чтобы преодолеть силу тяжести, которая тянет твердые частицы к забою буровой скважины. Эта сила вызвана вязким трением, создаваемым относительным движением бурового раствора по сравнению с поверхностью частиц. Эта сила может разделяться на сопротивление и подъем, который зависит от местной скорости жидкости (включая независимо какой поток: ламинарный, переходный, или турбулентный), эффективная вязкость жидкости, эксцентриситет колонны и ее скорость вращения. Получающееся движение отдельных частиц шлама вдоль скважины сложное. Однако есть минимальная объемная скорость жидкости, названная критической скоростью движения

жидкости. При этой скорости каждая частица шлама непосредственно транспортируется потоком. В дополнение к вышеупомянутым факторам критическая скорость зависит от размеров частицы и плотности, угла наклона ствола скважины. При скорости жидкости ниже критической и наклоне больше 35° частички могут начать откладываться внизу НКТ и накапливаться в шламовом пласте. Это уменьшает проходимость жидкости. Таким образом, скорость жидкости увеличивается, в то время как отложение осадка частиц уменьшается. Буровые жидкости - вязкоупругие, ведут себя как вязкая жидкость во время циркуляции и как упругое тело в состоянии покоя. Это свойство крайне важно для сохранения шлама во взвешенном состоянии, когда циркуляция останавливается. Однако из-за импульса и сжимаемости жидкости, ее скорость уменьшается относительно медленно, когда буровые насосы останавливаются. Как следствие, шлам, который непосредственно перемещался до изменения скорости потока, может достигнуть низа скважины в особо наклоненных областях, прежде чем у структуры бурового раствора был шанс остановить движение частиц.

Данная система применяется при бурении месторождений, расположенных на шельфе Северного моря. В частности, данная модель позволила выбрать систему бурового раствора для бурения особо сложной и глубокой скважине. Однако моделирование может осуществляться и в режиме реального времени. Так, для скважины с целевой глубиной установки 10¾ х 9⅝-дюймового хвостовика 3880 м. по стволу (или 2390 м. ниже уровня моря) по текущими параметрами бурения модель сделала оценку, что сформировались два пласта выбуренной породы: один внутри 9⅝-дюйм. хвостовика и другой чуть выше 10¾-д. подвески хвостовика. Измерения показали, что был очень высокий уровень скачкообразной подачи и неустойчивое давления скважины, что оба факта были дополнительными признаками, что пласт породы формировался внутри 9⅝-д. хвостовика. Также после уточнения текущих параметров бурения модель выноса шлама предсказывала, что может образоваться 400 м (1,312 футов) пласт выбуренной породы в 10¾-дюйм. хвостовике.

Перед началом работы над новым участком скважина была промыта, и плотность промывочной жидкости в скважине снизилась до значений, которые были свойственны очищенному забою. Пласты выбуренной породы удалось устранить путем увеличения скорости вращения бурильной колонны и подачи в скважину увеличенного объема промывочной жидкости. Через 16 часов на аппарате очистки бурового раствора от шлама начал увеличиваться объем отсеянной породы, что также подтверждало эффективность моделирования процессов, происходящих на забое скважины [3].

Использование современных технологий в процессе бурения сложных скважин, направленных на уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций, позволяет проводить операции по бурению скважин с меньшими рисками и затратами, своевременно выявлять возможные осложнения и ликвидировать их без значительных затрат.

Список литературы:

1. Кузнецов В.С. Обслуживание и ремонт бурового оборудования Учебник. — М.: Недра, 1973. — 344 с.
2. Баринов В.Н. Бабаян Э.В. Способ ликвидации флюидопроявлений в скважине // Патент SU 1696670 1991 бюл. № 45.
3. SPE-178862-MS. Eric Cayeux, Amare Leulseged, Roald Kluge, Jarle Haga. Use of a Transient Cuttings Transport Model in the Planning, Monitoring and Post Analysis of Complex Drilling Operations in the North Sea// IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition.

СЕКЦИЯ
«ТРАНСПОРТНЫЕ КОММУНИКАЦИИ»

СУДНО РЕКА-МОРЕ ДЛЯ УСЛОВИЙ МЬЯНМЫ

Пье Вэй Аунг
магистрант, кафедра «Кораблестроение», КнАГУ,
РФ, г. Комсомольск-на-Амуре
E-mail: kyungongyi5910@gmail.com

Каменских Ираида Витальевна
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент КнАГУ,
РФ, г. Комсомольск-на-Амуре

Мьянма находится в материковой части Юго-Восточной Азии. Юг страны омывается водами Индийского океана, Бенгальского залива и Андаманского моря. Все порты Мьянмы подразделяются на торговые, военные, промысловые, международные и внутренние. Основа экономики Мьянмы – сельское хозяйство, специализация промышленности – обработка сельхозпродукции, лесообработка и т. д. [1]. Речной транспорт – это основной грузопассажирский транспорт в Мьянме. Мандалай, Баган, Пьи, Янгон – наиболее крупные речные порты. Самая многоводная река Мьянмы – Иравади длиной 2150 км и глубиной от 6 до 9 м. Порты Ситуэ, Бассейн, Моламьяйн, Мьей, Котонг являются ведущими портами международного и внутреннего прибрежного судоходства [2]. Порт Янгон – самый большой речной и главный международный морской порт в Мьянме. Порт принимает суда общей длиной до 167 м, осадкой до 9 м, дедвейтом до 15000 т. Порт Тилава – крупный морской порт способен принять суда общей длиной до 200 м, осадкой до 9 м и дедвейтом до 20000 т.

1. **Выбор судна-прототипа.** На основе анализа условий эксплуатации судов в Мьянме определено судно для выполнения дальнейших исследований – судно смешанного река-море плавания, предназначенное для транспортировки генеральных, навалочных, зерновых и крупногабаритных грузов. Характеристики судна: длина 138,3 м, ширина 16,5 м, осадка 3,754 м (в море) и 3,6 м (в реке),

дедвейт 5375 т (в море) и 4871 т (в реке) [3]. Судно может эксплуатироваться по глубоководным рекам в полноводный период и вдоль морского побережья Мьянмы, осуществлять доставку основных экспортных и импортных грузов. Груз в трюмах должен быть раскреплен, например, зерно – способом «стропинг» или с помощью специального устройства для предотвращения смещения грузов в трюме и сохранения плавучести судна [4, 5].

2. **Пространственное моделирование корпуса в системе FreeShip и надстройки в системе AutoCAD.** Для выполнения расчета и анализа основных характеристик судна необходимо иметь информацию о форме корпуса. Программа FreeShip позволяет построить пространственную модель корпуса судна-прототипа и теоретический чертеж (рисунок 1). При построении учтены особенности корпуса судна: форма носовых и кормовых шпангоутов, форма ватерлиний, наличие бульба, бака, юта [6]. Формы штевней построены по чертежу общего расположения судна-прототипа.

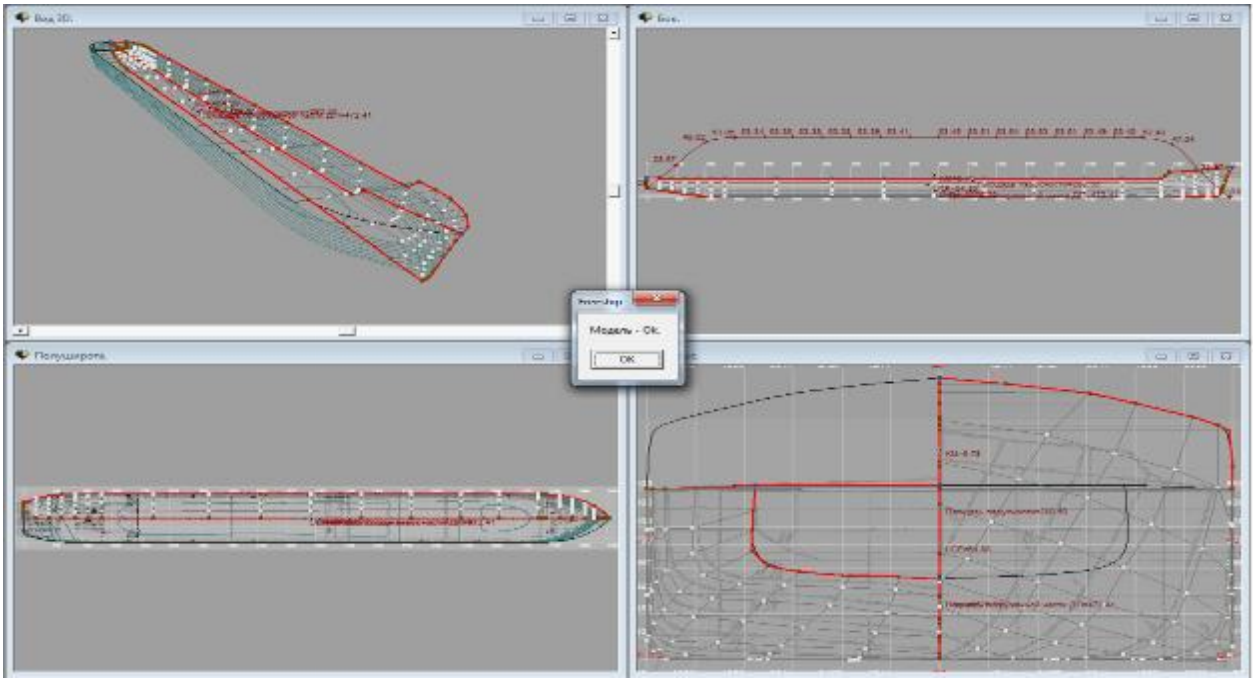


Рисунок 1. Проекции судна

С помощью инструментов программы (контроль плавности поверхности и развертываемость обшивки на плоскость) создана наружная обшивка,

выполнено формирование палубы. В программе выполнен расчет гидростатических кривых, остойчивости и ходкости (методом Холтропа). Математическая поверхность корпуса в виде NURBS поверхностей из пакета FreeShip, перенесена в систему AutoCAD посредством формата IGES. В программе AutoCAD построена трехмерная модель кормовой надстройки и рубки судна на основе чертежа общего расположения судна–прототипа. Выполнена детализация изображения: построены элементы и оснащение палуб, ярусов надстройки, рубки судна. В AutoCAD модель корпуса из FreeShip, надстройка и детали (якорь, мачты, брашпиль и т. д.) объединены в единую модель (рисунок 2).

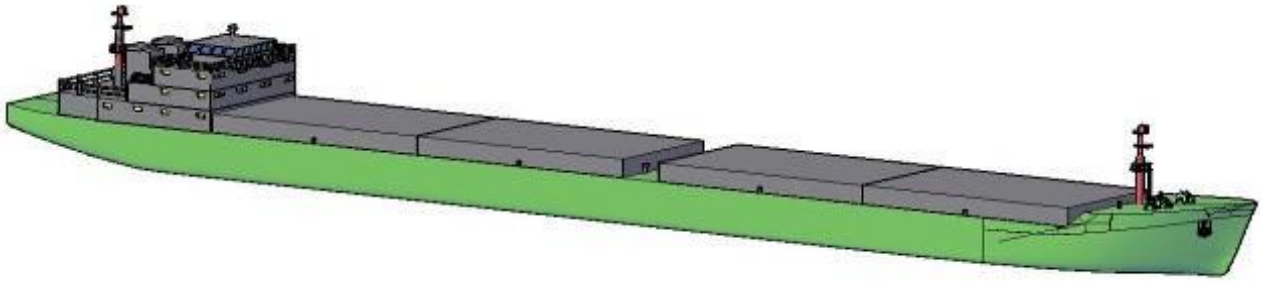


Рисунок 2. Объединение корпуса и надстройки судна

3. **Возможная технология и место постройки судна.** Данное судно предлагается построить на верфи «Тилава» в Мьянме. Верфь имеет следующие характеристики: общая площадь 560000 м^2, земельный участок 270000 м^2 и площадь застройки около 33000 м^2, глубина акватории 10 м. Размеры судоподъемной платформы: длина 155 м, ширина 22,6 м. На верфи могут быть построены: фрегаты водоизмещением до 3000 тонн; торговые суда дедвейтом до 6000 тонн. Торговое судно (дедвейт от 1500 т до 6000 т) с полным оснащением может быть построено за год. Предприятие создано и развивается как основная судостроительная база Мьянмы по строительству боевых надводных кораблей для Военно-морского флота, а также гражданских судов различных классов и назначения.

Общая технология и организация строительства судна определяются методом его постройки, способом формирования корпуса и организацией

производства. На судостроительных заводах применяют главным образом секционный и блочный методы постройки судов, а также их комбинацию, секционно-блочный. Секционный метод заключается в том, что целый корпус судна разбивается на отдельные секции: палубы, борта, днища, переборки, платформы, надстройки и т. д. После изготовления таким методом целого блока сформированные отсеки и цистерны испытывают на непроницаемость и продолжают установку и монтаж механизмов, устройств, систем. Секционный метод предполагает формирование корпуса судна пирамидальным или островным способами и отсечным способом. При блочном методе, который представляет собой становление секционного метода, судно разбивается на крупные объемные части – блоки, изготовленные в сборочно-сварочном цехе из отдельных секций, и подаваемые на стапельное пространство в готовом виде, как бы часть судна, со всех сторон ограниченную конструкциями, образующими закрытые отсеки. В готовом блоке делают и весь монтаж насыщения. Этот метод постройки судна уменьшает время, необходимое для формирования корпуса на стапельном пространстве, увеличивает пропускную способность стапелей. При блочном методе на стапеле делают только работы по монтажу забойных участков, различных конструкций, электромонтажные и прочие работы [7, 8].

Проект судна, смешанного река-море плавания, предлагается построить по блочному методу на верфи «Тилава». Верфь является одним из современных предприятий судостроительной отрасли, базовым и единственным крупным предприятием судостроительного профиля в Республике Союз Мьянма.

Список литературы:

1. Страны Азии» Мьянма. Thesteep.com.Электронный ресурс – Режим доступа:http://world-asia.info/mianma.htm (Дата обращения 28.01.2018).
2. Rudyard Kipling. 1892. Mandalay. Myanmar transport sector policy noteriver transport. – 71 с.
3. Модернизация проекта 05074М. Морское Инженерное Бюро. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.meb.com.ua/dry/05074M.html (Дата обращения 28.01.2018).

4. Устройство для предотвращения смещения грузов в трюме и сохранения плавучести судна. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.findpatent.ru/patent/241/2410281.html (Дата обращения 28.01.2018).
5. Фатьянов А.И. и др. «Мягкие материалы в конструкции временного оборудования морских судов под перевозку зерна», ЦБНТИ, ММФ, ЭИ «Технология морских перевозок», – № 2. – 1972, – с. 3 – 8.
6. Мытник Н.А. Проектирование теоретического чертежа корпуса судна: Учебное пособие – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре политехнический институт, 1992. – 86 с.
7. Методы постройки судов. Энциклопедия по машиностроению XXL.info. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: http://mash-xxl.info/info/416620/ (Дата обращения 28.01.2018).
8. Технология судостроения – современный взгляд. Корабельный портал korabley.net. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: http://korabley.net/news/tekhnologija_sovremennogo_sudostroenija/2012-08-21-1246 (Дата обращения 28.01.2018).

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОСТРОЙКИ БАЛКЕРОВ

Хейн Тиха Наинг
магистрант, кафедра «Кораблестроение», КнАГУ,
РФ, г. Комсомольск-на-Амуре
E-mail: mr.trofim007@mail.ru

Каменских Ираида Витальевна
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент КнАГУ,
РФ, г. Комсомольск-на-Амуре

1. **Выбор судна–прототипа и его 3D модель.** Основные специализированные суда для перевозки навалочных грузов – балкеры. В качестве судна-прототипа выбрано судно типа «Харитон Греку». Характеристики судна: длина наибольшая 215,4 м, ширина 31,8 м, осадка 12,5 м, высота судна до главной палубы 16,8 м, водоизмещение судна в полном грузу – 62555 т [1]. По архитектурно-конструктивному типу – это 8-трюмный одновинтовой, однопалубный теплоход с минимальным надводным бортом, носовой оконечностью с баком, бульбом, транцевой кормой. Машинное отделение, надстройка и рубка расположены в кормовой части судна. Судно не имеет собственных грузовых устройств, поэтому грузовые операции выполняются средствами механизации порта прибытия или оправления. Корпус судна с одинарными бортами и двойным дном разделен на 12 водонепроницаемых отсеков 11 поперечными переборками. В качестве материала для основных конструкций корпуса и фундаментов применена судостроительная сталь повышенной прочности. Судно имеет бульб для снижения сопротивления воды и U-V образные шпангоуты. Форма кормы - транцевая с V-образными шпангоутами. Пространственное моделирование корпуса и построение теоретического чертежа выполнено в системе FreeShip (рисунок 1) на основе чертежа общего расположения. Для уточнения формы корпуса использовались инструменты контроля плавности поверхности и развертываемости листов обшивки на плоскость. Модель корпуса была перенесена в AutoCAD в формате IGES. В среде AutoCAD сформированы элементы надстроек, устройств и

оборудования, выполнено их объединение с моделью из FreeShip. Вид 3D модели судна приведен на рисунке 2.

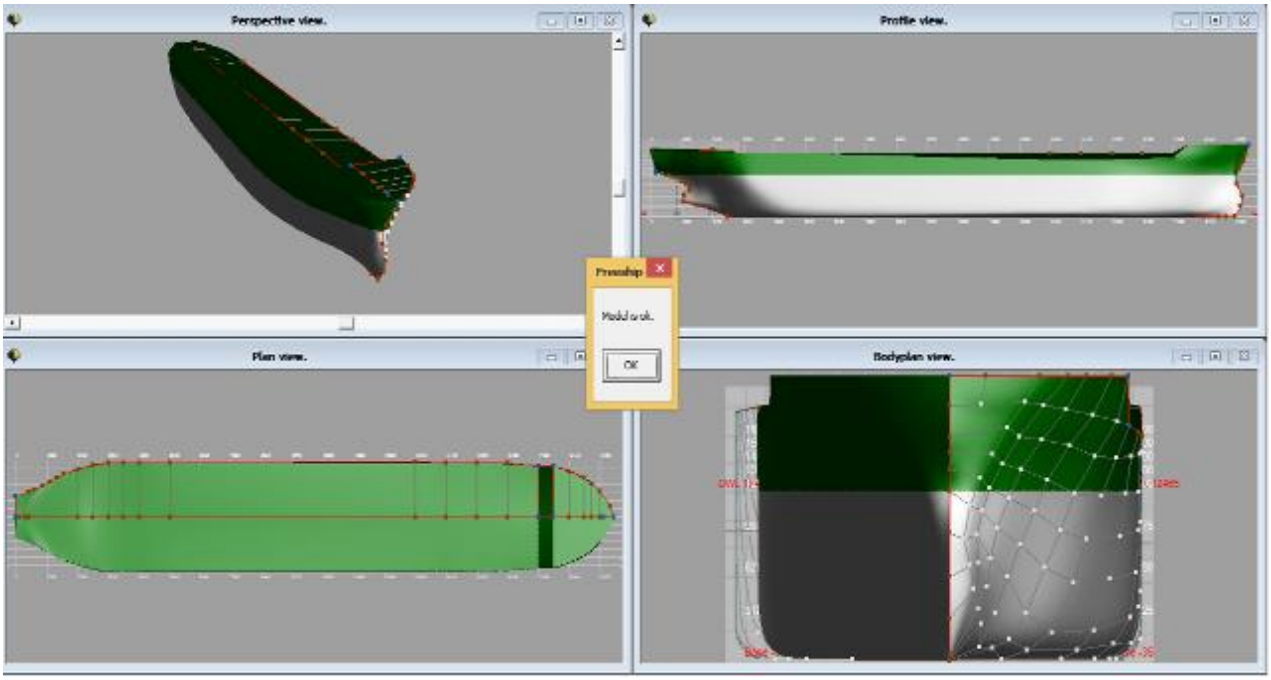


Рисунок 1. Корпус судна в программе FreeShip

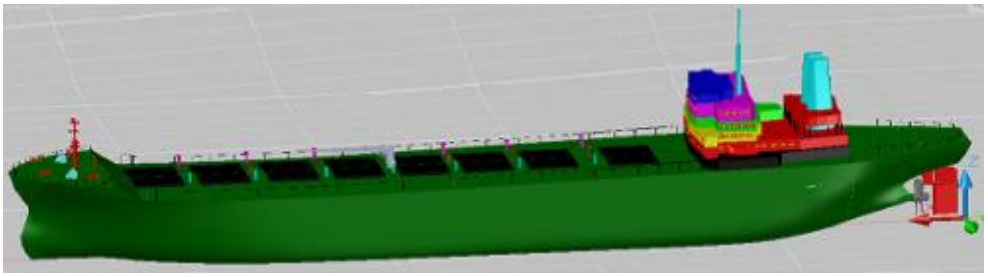


Рисунок 2. Общий вид корпуса с надстройкой в AutoCAD

2. **Стоимость и технология постройки судна.** В современном судостроении существуют четыре метода постройки судов: подетально-узловой, секционный, блочный, модульный. Подетальный и узловой метод заключается в том, что корпус судна формируется на строительном месте из деталей и узлов. Указанный способ является неэкономичным и используется при маломерном судостроении. Наиболее широко распространен секционный метод постройки, при котором корпус судна формируется путем сборки и соединения (обычно сваркой) крупных сборочных единиц - секций судна.

Разбивка корпуса на монтажные секции производится на этапе проектирования судна. Сборка судна секционным методом осуществляется на построечном месте из секций, поступающих из сборочно-сварочного цеха, где производится их максимально возможное насыщение.

Блочный способ строительства является прогрессивным и экономически наиболее целесообразным современным методом в мировом судостроении. Блочный способ предусматривает строительство корпуса из блоков судна. Модульный метод заключается в сборке судов разных архитектурно-конструктивных типов и размеров из заранее разработанных общих конструктивных модуль-элементов (КМ) и функциональных (ФМ) модулей — конструктивно и технологически законченных типовых или стандартных сборочных единиц, насыщенных трубопроводами, механизмами, приборами и оборудованием. Все эти различные аспекты придают судостроению особый характер и особенности современной верфи для постройки крупнотоннажных судов. Координация деятельности огромных трудовых коллективов, при создании крупных конструктивных модуль-элементов, представляет собой серьезную и сложную организационную проблему, подлежащую решению на судостроительном предприятии [2, 3, 4].

В настоящее время Республика Союз Мьянма не имеет собственных судостроительных предприятий, способных построить балкер таких больших размеров. Построить судно возможно на судостроительных предприятиях соседних государств, например, предложить заказ корейским или китайским судостроителям. Так судостроительная верфь в городе Далянь – одна из главных верфей в группе судостроительных предприятий на северо-востоке Китая, оснащена одним 300000 т плавучим доком, 180000 т и 80000 т сухими доками [5]. Плавучий док имеет следующие данные: длина 240 м, ширина 45 м, осадка 18 м. Даляньская верфь имеет береговую линию протяженностью 2500 м, с 9 причалами и соответствующими подъемно-транспортными средствами. Верфь имеет возможность отремонтировать более 200 судов в год.

Рыночная стоимость судов в 2014 году, в зависимости от дедвейта приведена в таблице 1 [6]. В 2016 году стоимость строительства сухогрузного судна удерживалась на уровне 280 долларов за тонну водоизмещения [7]. За судно с водоизмещением 62555 т – более 17 млн. долларов. Снижение стоимости связано с низкой ценой стали из Китая и переизбытком судов на рынке. Постройку судна можно осуществить за счет инвестиций государства, частного или совместного предприятия.

Таблица 1.

Дедвейт, т	**Цена, млн. долл.**	**Цена за тонну дедвейта, долл.**
180000	54,253	301,41
73000	29,127	399
45000	27,426	609,47
29000	22,822	786,97

Список литературы:

1. Морские сухогрузные транспортные суда. Каталог. – Л.: Транспорт. 1985. – 573 с.
2. Методы постройки судов и способы формирования корпуса [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://studopedia.org/14-13017.html (Дата обращения 27.01.2018).
3. Принципиальная технология постройки судна [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://vuzlit.ru/49718/printsipialnaya_tehnologiya_postroyki_sudna (Дата обращения 27.01.2018).
4. Постройка судов [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://flot.com/publications/books/shelf/chainikov/63.htm (Дата обращения 27.01.2018).
5. COSCO SHIPYARD GROUP Brief Introduction [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://www.offshore-europe.co.uk/__novadocuments/91970?v=635719629997200000 (Дата обращения 27.01.2018).
6. Рынок сухогрузного тоннажа [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://portsukraine.com/node/3914 (Дата обращения 27.01.2018).
7. Цены на суда [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://www.infoflotforum.ru/topic/45165-ceni-na-suda-spisannie-na-metallolom-10-janvarja-2016-g/ (Дата обращения 27.01.2018).

ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ В РЕСПУБЛИКЕ СОЮЗ МЬЯНМА

Чжо Зин Оо
магистрант, кафедра «Кораблестроение», КнАГУ,
РФ, г. Комсомольск-на-Амуре
E-mail: tch.zinoo@yandex.ru

Каменских Ираида Витальевна
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент КнАГУ,
РФ, г. Комсомольск-на-Амуре

Географическое положение Республики Союз Мьянма (в Юго-Восточной Азии) и ее климат благоприятны для использования водного транспорта. В стране с большим количеством рек и довольно большой морской береговой линией водный транспорт играет значительную роль. Развитие Республики Союз Мьянмы не возможно без современного водного транспорта для внутренних водных путей и прибрежных морских перевозок. Линия побережья Мьянмы от реки Нааф в Важинт Наунг Точка (Памятник королю) разделена на 3 части следующим образом: побережье Ракхайн – 713 км, побережье Дельта – 437 км, побережье Танинтайи – 1078 км. Общая протяженность составляет 2228 км.

Главные реки для пассажирских перевозок и перевозки грузов Республики Союза Мьянмы - Иравади, Шиндвин, Тьанлвин и Ситтаунг (характеристики приведены в таблице 1). Полезная протяженность внутренних водных путей Республики Союза Мьянма составляет около 11658 км. Основная водная и коммерческая артерия – р. Иравади. Площадь ее бассейна составляет около 411 тыс. км^2, а протяженность 2170 км. Иравади берет свое начало от слияния горных рек Нмике и Мали, 48 км к северу от Мьичины. Южнее Мандалая в Иравади впадает Чиндуин, протяженность которого составляет около 840 км, а площадь бассейна превышает 100 тыс. км^2. Юго-западнее Рангуна, в области устья, образуется дельта Иравади, которая состоит из девяти основных рукавов и множества притоков. Ее ширина составляет свыше 300 км, а площадь – около 40 тыс. км^2 [1]. Водные пути разделены на пять частей: Дельта, Иравади, Чиндуин, Танлун и Ракхайн. Характеристики маршрутов приведены в таблице 2 [2], схемы – на рисунках 2, 3, 4.

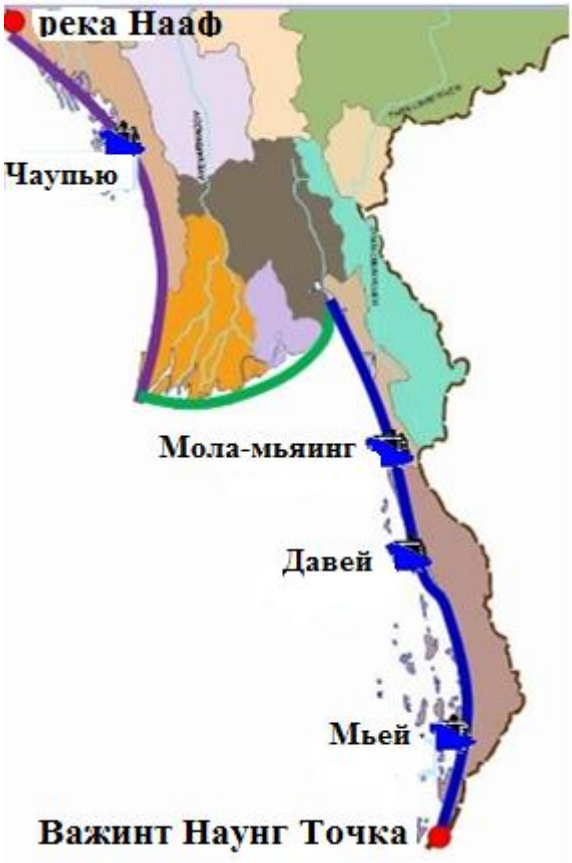


Рисунок 1. Побережье Мьянмы

Таблица 1.

Главные реки Мьянмы

Название реки	Абсолютная длина, км	Судоходная длина, км
Иравади	2170	1653
Чиндуин	840	337
Танлун	1220	88
Джейн	-	61
Калодан	650	558
Лаймю	270	-
Мауи	155	103
Дельта Иравади	2400	2400

Таблица 2.

Маршруты по водным путям

Часть	Протяженность, миля	Количество действующих судов	Количество портов
Дельта	2362	68	25
Иравади	1749	37	6
Чиндуин	1055	20	1
Танлун	189	7	5
Ракхайн	920	16	2

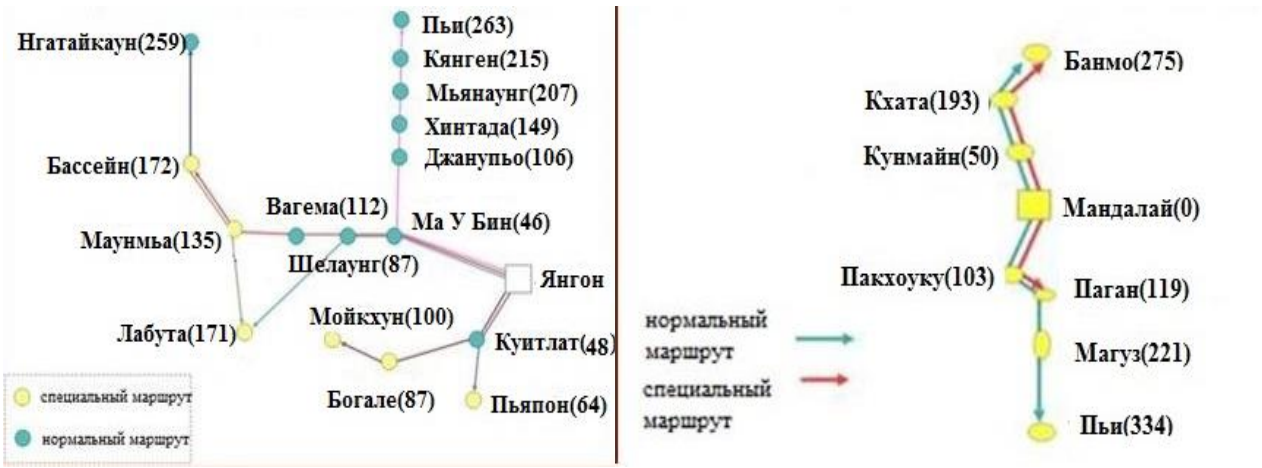


Рисунок 2. Маршруты и порты в частях Дельта и Иравади

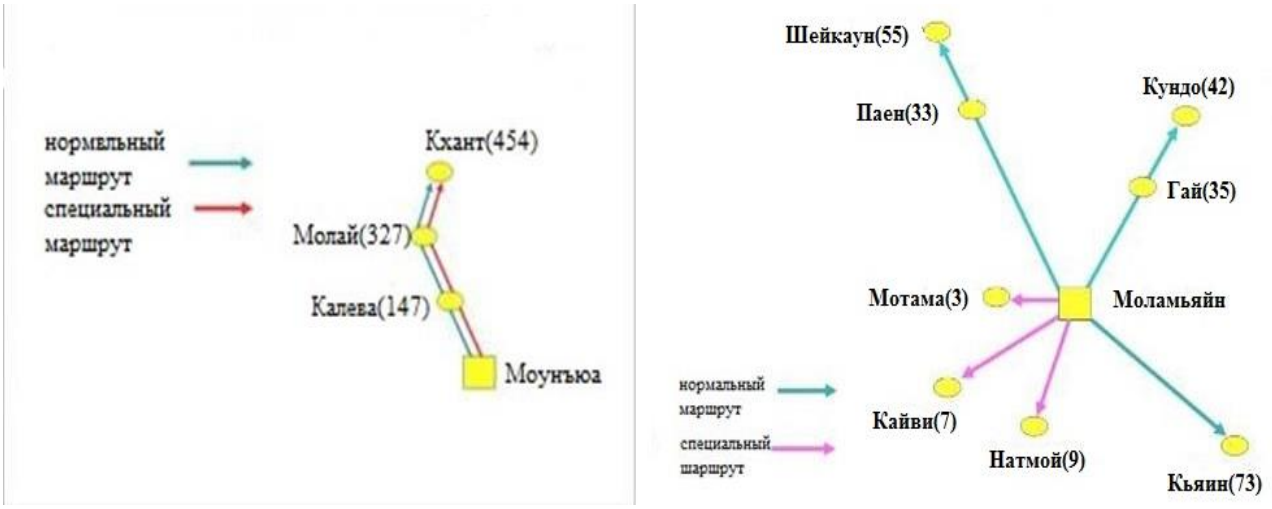


Рисунок 3. Маршруты и порты в частях Чиндуин и Танлун

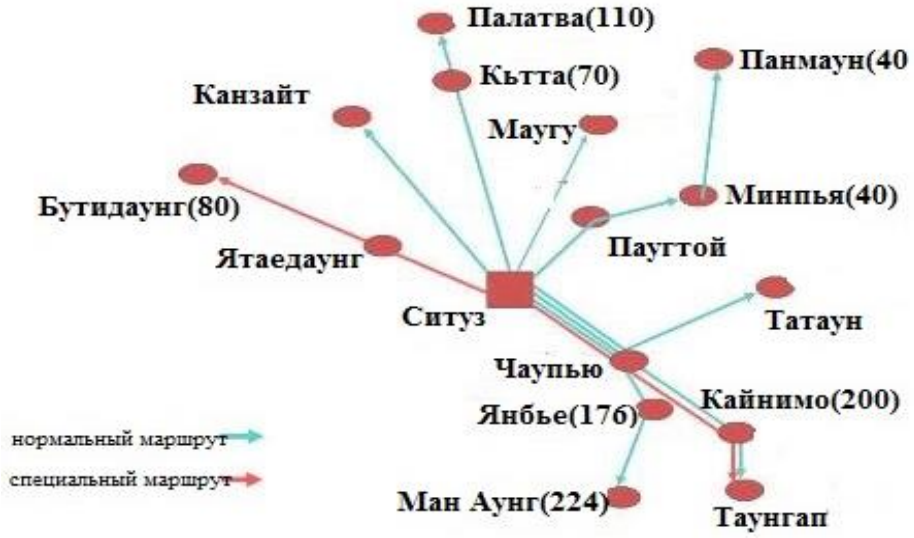


Рисунок 4. Маршруты и порты в части Ракхайн

Существующий пассажирский флот Мьянмы требует обновления. На рисунке 5 приведено судно для морских перевозок. Длина судна – 77 м, ширина судна – 13,6 м, дедвейт – 592 т и его водоизмещение – 2420 т. Это судно перевозит 440 пассажиров и эксплуатируется компанией «Myanmar Five Star Line».

Рисунок 5. Пассажирское морское судно «Chindwin»

В настоящее время внутренний водный транспорт Республики Союз Мьянмы имеет 322 судна и перевозит в границах 15060000 пассажиров и около 2070 тонн грузов каждый год. Например, речное судно (рисунок 6) перевозит 120 пассажиров, его длина 55 м, ширина составляет 10 м, максимальная осадка – 1 м и эксплуатационная скорость – 10 узлов [2]. Судно эксплуатируется по р. Иравади.

Рисунок 6. Пассажирское речное судно «PV Pandaw»

Одним из множества вариантов обновления флота может стать постройка (или покупка) современных пассажирских скоростных судов – глиссирующих судов (ГС). Из различных источников можно получить достаточное количество информации по проектированию ГС. Проектирование глиссирующих судов в Российской Федерации ведется уже более полувека, данный опыт будет полезен для специалистов Республики Союз Мьянмы. Проектные исследования скоростных судов, как правило, сопровождаются соответствующими моделями и экспериментами, на базе которых разрабатываются проектные методики [3]. ГС сконструированы для высоких скоростей и построены из легких, но прочных материалов, оснащены мощными двигателями. Имеют форму корпуса, которая учитывает особенности движения. Исследования показывают, что оптимально использовать ГС на длинных маршрутах с большим пассажиропотоком. В Республике Союз Мьянма есть маршруты, пригодные для таких судов (на рисунках 2, 3 и 4 приведены некоторые из них). Для дальнейших исследований выбрано судно-прототип - современное пассажирское морское глиссирующее однокорпусное судно проекта А145 (рисунок 7), спроектированное специалистами петербургской компании ООО "Агат Дизайн Бюро". Судно перевозит 150 пассажиров со скоростью около 40 узлов на расстояние до 200 миль по прибрежным морским и речным просторам при мощности главных двигателей 2х1440 кВт. Мореходные свойства судна позволяют обеспечить безопасное движение при волнении 4 балла. Его длина – 34,6 м, ширина – 6,8 м, дедвейт – 18,7 т и водоизмещение – около 80 т. Его осадка на малой скорости движения (водоизмещающий режим) – 0,91 м и при движении (глиссирующий режим) – 0,7 м. Корпус сделан из алюминиевого сплава, усиленного магнием. Такой состав металла уменьшает расход топлива [4].

Рисунок 7. Пассажирское судно А145

Российский опыт проектирования и постройки скоростных судов может стать основой решения проблемы повышения скорости и качества пассажирских перевозок водным транспортом Республики Союз Мьянмы.

Список литературы:

1. Ляховицкий А.Г., Лвин Мин Кхант. Пассажирские перевозки водным транспортом в Союзе Мьянма // Морской вестник. — 2014. — № 2. — С. 105-106.
2. Внутренний водный транспорт (ВВТ): Inland Water Transport, Ministry of Transport and Communications [Электронный ресурс]. — Режим доступа — URL: http://www.iwt.gov.mm/en (Дата обращения 29.01.2018).
3. Ляховицкий А.Г. Основы проектирования скоростных судов. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2009. – 181 с.
4. Судно проекта А145: Наука и техника России [Электронный ресурс]. — Режим доступа — URL: http://tehnorussia.su/vodnyj-transport/77-rechnoj-transport/801-sudno-proekta-a-145#5 (Дата обращения 29.01.2018).

СЕКЦИЯ
«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

АППАРАТ ФИКТИВНЫХ ДЛИН МОДЕЛИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Еремин Александр Николаевич
магистрант, кафедра ПИКС БГУИР,
РБ, г. Минск
E-mail: eremin6m1611@gmail.com

В целях рационального использования площади монтажно-коммутационного поля ППЛ принято выделять послойную приоритетность направлений прокладки печатных проводников. В предлагаемом алгоритме такая приоритетность достигается автоматически. Причем заполнение слоев происходит последовательно, начиная с первого, в сторону увеличения их номеров. В результате чего печатные проводники "вытесняются" кверху, оставляя для последующих трасс малозаполненными слои с более высокими номерами.

Автоматическая послойная приоритетность направлений достигается за счет преобразования координат таким образом, что слои с нечетными номерами оказываются "вытянутыми" вдоль оси Y, а слои с четными номерами - вдоль оси X (рис.1).

Для иллюстрации рассмотрим на ППЛ три точки A, O, B таких, что расстояния |AO| = |BO| во всех слоях и отрезки |AO| и |BO| отложены вдоль координатных осей Y и X соответственно. Тогда после преобразования будем иметь:

$$|A_Z O_Z| > |B_Z O_Z| \text{ – для нечетных слоев,}$$

$$|A_Z O_Z| < |B_Z O_Z| \text{ – для четных слоев,}$$

где: Z – номер слоя.

Приоритетными направлениями в слоях будут направления вдоль "сжатых" сторон в каждом из слоев. На рис.1 эти направления указаны двойными стрелками.

Степень "вытянутости" слоев различна и задается так, что расстояния между одноименными точками вдоль приоритетных направлений увеличиваются с увеличением номера слоя, то есть: $|O_1B_1| < |O_3B_3|$ и $|O_2B_2| < |O_4B_4|$.

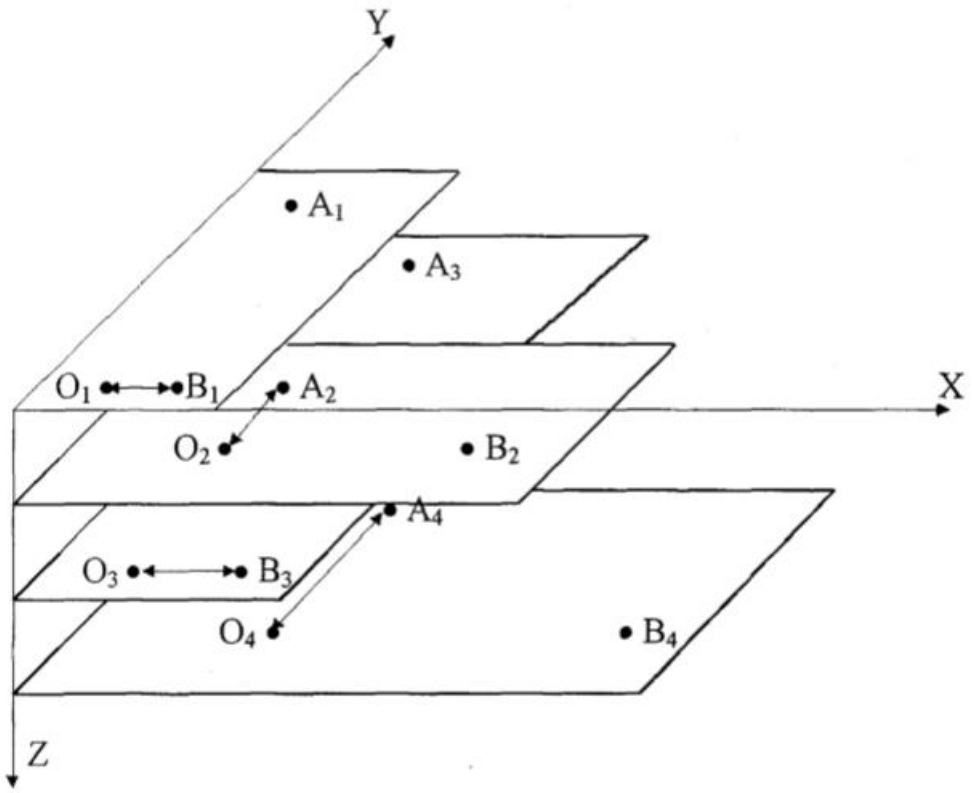


Рисунок 1. Задание направлений послойной приоритетности трассировки

Послойное преобразование координат заключается во введении новых шагов трассировки вдоль координатных осей для каждого слоя платы. Формулы преобразования имеют вид:

- для нечетных слоев

$$\begin{cases} H_x = K_m \cdot HPL \cdot Z, \\ H_y = K_{pr} \cdot HPL \cdot Z, \\ H_{xy} = \left(H_x^2 + H_y^2\right)^{1/2} \end{cases}$$

- для четных слоев

$$\begin{cases} H_x = K_{pr} \cdot HPL \cdot Z, \\ H_y = K_m \cdot HPL \cdot Z, \\ H_{xy} = \left(H_x^2 + H_y^2\right)^{1/2} \end{cases}$$

где: Z - номер слоя, H_x, H_y - шаги трассировки вдоль осей X и Y соответственно, H_{xy} - шаг трассировки в диагональном направлении, K_m, K_{pr} - коэффициенты преобразований. Коэффициент растяжения" K_{pr} вычисляется алгоритмически, а коэффициент $K_m \approx 1$, поэтому шаг вдоль короткой стороны платы в каком-либо слое примерно равен произведению реального шага HPL на номер слоя Z.

Кроме того, с ростом номера слоя Z удаленность слоев друг от друга возрастает в арифметической прогрессии со знаменателем HPL. Для произвольного слоя с номером Z длина перехода в верхний слой будет составлять:

$$H = HPL \cdot (Z - 1)$$

а длина перехода в нижний слой:

$$H = HPL \cdot Z$$

Рассмотрим метод вычисления коэффициента "растяжения" слоев K_{pr}. Пусть требуется соединить две точки A и B с учетом приоритетности направлений трассировки. Обозначим A_z, B_k - возможные расположения точек в слоях с номерами Z, K где $1 \leq Z \leq Z_0$ и $1 \leq K \leq Z_0$ (рис.2). Пусть точки O_z образуют опорный столбец, по которому разрешен межслойный переход. Причем $(A_z O_z)$ и $(B_z O_z)$ являются смежными вершинами графа G(V,R).

После преобразования координат точки O_z физически не будут лежать на одной линии. Но при вычислении фиктивного расстояния искажения, возникающие за счет сдвига в слоях, в расчет не принимаются. Поэтому будем условно полагать, что точки O_z расположены вдоль одного опорного столбца.

Приоритетным послойным направлениям трассировки будет соответствовать множество путей между точками A и B, образованных из "коротких" шагов в слоях и переходов между слоями. Согласно рис.2 это будут пути вида: $B_1 O_1 O_1 A_1$; $B_1 O_1 O_z A_z$; $A_2 O_2 O_3 B_3$; $A_2 O_2 O_{z0} B_{z0}$; $B_3 O_3 O_z A_z$; $A_z O_z O_{z0} A_{z0}$;

Фиктивные длины этих путей с учетом длин межслойных переходов вычисляются в общем случае следующим образом:

$$L_ф = [K^2 - Z^2 + 3Z + K] \cdot HPL/2$$

где: Z, К- номера слоев, причем Z<КиК $= Z + (2 \cdot m + 1)$,(m = 0,1,2, ...).

Поскольку Z и К - целые числа, то для любого из путей фиктивная длина будет кратна шагу трассировки HPL.

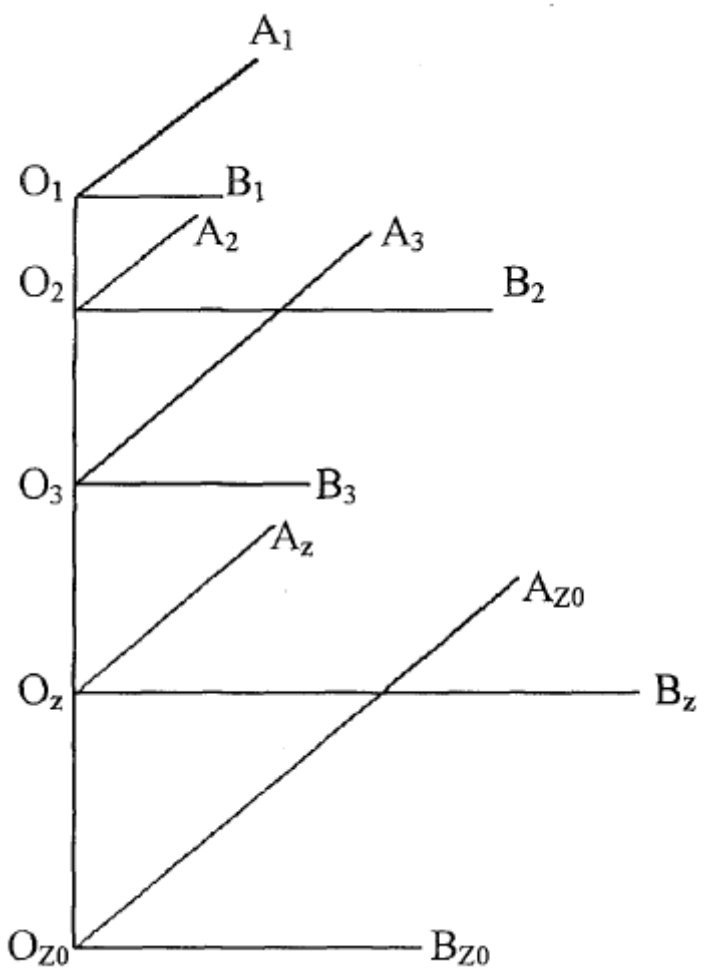


Рисунок 2. Расположение одноименных точек в слоях после преобразования координат

Выше было отмечено, что наименьшей "вытянутостью" обладает первый слой платы. Для него: $H_y = K_{pr} \cdot HPL \cdot Z$, (Z=1). Очевидно, что для обеспечения послойной приоритетности направлений трассировки нужно потребовать, чтобы длина самого большого фиктивного пути из представленного множества

путей между точками A и B, была меньше шага H_y в первом слое хотя бы на величину самого шага HPL. То есть, минимальное значение коэффициента "растяжения" определяется следующим образом:

$$K_{pr} = \mathrm{int}\left(\max\{L_ф\} / \mathrm{HPL}\right) + 1$$

Тогда "вытянутые" шаги в слоях с номерами Z > 1 заведомо будут превосходить величину $\max\{L_ф\}$.

Работа алгоритма пространственной трассировки организована так, что каждый шаг трассы выбирается по принципу минимальной длины из всех возможных шагов в данной точке. Тем самым обеспечивается послойная приоритетность направлений трассируемых соединений.

Список литературы:

1. Беляков А.Н., Бугаев Е.К., Розанов В.А. Метод распределения проводников в многослойных печатных платах // Труды МИЭМ,- 1971, - Вып. 16, Ч. 1. - С. 148-165.
2. Каплан А.В. Алгоритм уменьшения числа межслойных переходов в печатных платах // Вычислительная техника,- Каунас: Каунас, политехи, ин-т, 1973, -Т. IV. - С. 126-131.
3. Матицкас К.Л. Алгоритм определения дерева оптимальной длины с ограничением степени его вершин // Вычислительная техника,- Каунас: Каунас, политехи, ин-т, 1971, - Т. П. - С. 121-131.
4. Тверицкий Р.В. Алгоритм поиска кратчайшего пути и его применение для формирования цепей // Вопросы радиоэлектроники. Сер. VI1. - Электронная вычислительная техника, - 1970,- Вып. 9, - С. 126-131.

МЕТОД РАССЛОЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Еремин Александр Николаевич
магистрант, кафедра ПИКС БГУИР,
РБ, г. Минск
E-mail: eremin6m1611@gmail.com

Расслоение осуществляется с целью распределения "конфликтующих" соединений по отдельным слоям для наиболее эффективного использования площади коммутационного поля. Алгоритмическое расслоение может выполняться до, после и в процессе трассировки отдельных соединений.

Расслоение до трассировки основано на выявлении возможностей разбиения графа схемы на минимальное число планарных подграфов с последующей реализацией этих подграфов на отдельных слоях. Основная сложность такого подхода состоит в построении точных математических моделей схемы с учетом метрических параметров коммутационного поля.

Но в большинстве случаев расслоение выполняется после размещения элементов и более простой путь состоит в учете "взаимодействия" отдельных соединений или связывающих деревьев при условии их одновременного расположения на одной плоскости. При этом учитываются метрические параметры соединений, так как положение КП на коммутационном поле уже известно. Наиболее распространенным приемом является выделение некоторых приоритетных направлений, группирование соединений в соответствии с выбранными направлениями и разнесение этих групп на отдельные слои. Различные способы оценки "взаимодействия" соединений приводятся в работах [6, 7, 12].

Ряд работ посвящен решению задачи расслоения в том случае, когда задана геометрия отдельных соединений или цепей. При этом трассировка производится в два этапа: сначала получается совмещенная топология схемы (на одной плоскости) с минимизацией определенных параметров (длина, число пересечений, количество изгибов ...), а затем осуществляется расслоение и дотрассировка с учетом конструкции многослойной схемы.

Фундаментальные теоретические основы указанного подхода заложены работами Кодреса [13] и Вайссмана [14, 15].

Задача Кодреса заключается в ликвидации минимального числа пересечений таким образом, чтобы было возможно реализовать соединение без пересечений в двух слоях. Для каждой цепи предварительно строится минимальное дерево и связь между слоями возможна только в точках, соответствующих выводам элементов. А неизбежные пересечения устраняются с учетом дополнительных конструктивных возможностей (проход между выводами элементов ...). Системе проводников на плоскости ставится в соответствие граф пересечений *Z=(X,U)*, вершины которого $x \in U$ соответствуют отдельным проводникам, а ребра $u \in U$ - их пересечениям. Ищется такая двухцветная раскраска графа Z, при которой суммарное количество ребер, соединяющих одноцветные вершины будет минимально (количество не устраненных пересечений). При этом вершины одного цвета соответствуют проводникам, расположенным в одном слое. Такая задача выделения в графе Z максимального по числу ребер бихроматического подграфа решается методами линейного программирования.

Аналогичная задача состоит в ликвидации минимального числа проводников для получения двухслойного разложения [2, 8].

Для $n > 2$ слоев модель Кодреса не может быть применима, так как в настоящее время отсутствуют общие критерии выделения максимальных n-хроматических подграфов в исходном графе. Поэтому при реализации систем трассировки соединений используются эвристические процедуры раскраски графа в n цветов с последующим последовательным заполнением слоев оставшимися соединениями.

Обобщение задачи расслоения для неограниченного числа слоев выполнено Вайссманом [14, 15]. Для исходной системы комплексов КП $\{V_i\}$ (электрических цепей) на плоскости задается семейство T различных реализаций связывающих деревьев, причем для отдельного комплекса может быть задано несколько вариантов связывающего дерева $\left\{T_i^j\right\}, j = 1,2, \dots k(i)$.

В простейшем случае для каждой пары соединяемых выводов задается один путь.

Расслоение проводников сводится к получению раскраски вершин графа пересечений Z=(X,U) в минимальное число цветов. Особенностью задачи является то обстоятельство, что для каждой пары выводов требуется выбрать по одному пути таким образом, чтобы обеспечить разложение всей системы соединений в минимальное число слоев.

В работах [1, 9] дано обобщение метода Вайссмана для случая задания различных вариантов построения связывающих деревьев. В работе [1] помимо решения основной задачи расслоения, дан способ выбора кратчайших связывающих деревьев.

Для отдельных модификаций метода Вайссмана характерно отсутствие ограничений на геометрию соединений. Но реализация метода на ЭВМ в САПР печатных схем связана с большими временными затратами, увеличивающимися с ростом размерности задачи. В силу этих обстоятельств он послужил теоретической основой для построения приближенных процедур расслоения.

В ряде работ при ортогональной трассировке соединений предлагается тривиальное распределение проводников на два слоя, когда все горизонтальные отрезки помещаются в одном слое, а вертикальные - в другом. В точках изгибов соединений размещаются контактные переходы. Однако в этом случае возникает избыточное число переходов. Приближенный способ их минимизации приводится в работе [3]. Алгоритм дает сокращение числа переходов до 60 % по сравнению с чисто ортогональным расслоением.

В работах [4, 5] рассмотрен более общий случай задачи расслоения, включающий минимизацию числа переходов в многослойных схемах при известных конфигурациях связывающих деревьев. Получение точного решения такой задачи представляется весьма проблематичным ввиду ее большой размерности. В этой связи в [4] предложен ряд эвристических процедур минимизации числа переходов. В частности, локальная минимизация числа переходов в процессе трассировки многослойных соединений. Определенный

интерес также представляют алгоритмы Хейса [10] и Джейера [11], в которых процессы трассировки и расслоения совмещены.

Исходя из проведенного выше анализа следует, что предварительное расслоение является эффективным для многослойных схем, в которых ограничено число межслойных переходов. В этом случае существенно сокращается время трассировки (по сравнению с процессом последовательного заполнения слоев, при котором осуществляются попытки трассировки заведомо не разводимых в данном слое соединений). Кроме того, предварительное расслоение дает лучшее использование коммутационного поля и уменьшение числа слоев. А для двухслойных схем с ортогональной коммутацией наиболее эффективна трассировка, включающая построение совмещенной топологии схемы и последующее расслоение с минимизацией числа переходов.

Список литературы:

1. Абрайтис Л.Б. Определение конфигураций соединительных деревьев комплексов с распределением коммутаций по слоям // Вычислительная техника. - Каунас: Каунас, политехи, ин-т, 1971,- Т. П.- С. 162 - 169.
2. Беляков А.Н., Бугаев Е.К., Розанов В.А. Метод распределения проводников в многослойных печатных платах // Труды МИЭМ,- 1971,- Вып. 16, Ч.1. - С. 148-165.
3. Гуревич Д.З., Селютин В.А. Алгоритмические методы проектирования топологии БИС ячеечного типа // Методы расчета и автоматизации проектирования устройств микроэлектронных ЦВМ, - Киев: ИК АН УССР, 1973, - С. 83-92.
4. Каплан А.В. Алгоритм уменьшения числа межслойных переходов в печатных платах // Вычислительная техника,- Каунас: Каунас, политехн, ин-т, 1973,-Т. IV. - С. 126-131.
5. Каплан А.В. К вопросу уменьшения числа межслойных точек перехода в печатных платах // Вычислительная техника. - Каунас: Каунас, политехн, ин-т, 1973,- Т. IV.С. 122-125.
6. Помазанов В.Н., Крыжановский Ю.М., Клименкова Т.И. Алгоритм и программы комплекса трассировки // Обмен опытом в радиопромышленности.- 1971,- Вып.7,- С. 29-31.
7. Селютин В.А., Гуревич Д.З. Реализация на ЦВМ системы алгоритмов топологического проектирования // Электронная техника. Сер. VI, - Микроэлектроника." 1971,- Вып. 6. - С. 145-152.

8. Шеуйкис В.А. Исследование алгоритмов для распределения связей по двум слоям платы // Вычислительная техника. - Каунас: Каунас, политехн, ин-т, 1971,-Т.Н.-С. 170-174.
9. Chein M. Decomposition d'un schema en un nombre minimal de schémas planaires // L'onde electrique.- 1970,- V.50, £11.- P. 934-939.
10. Chung S.H., Roe R.H. Algoritms for testing the planarity of a graph // Proc. of the 13th Medwest symposium on Circuit Theory.- New York, 1970, P. 321 - 332.
11. Geyer J.M. Connection routing algorithm for printed circuit boards // IEEE Trans. - 1971, - V.CT-18.-P. 95-100.
12. Hightower D.W. The interconnection problem: a tutorial // Computer.-1974. - V. 7, № 4,- P. 18-32.
13. Kodres U.R. Formulation and solution of circuit card design problems through use of a graph methods // Advances in Electronic Circuit Packaging.- 1962,- V.2, № 7, - P. 121 - 142.
14. Weissman J. Boolen algebra, map coloring, and interconnections // The Mathematical Monthly. - 1962,- V.69, № 7,- P. 608 - 613.
15. Weissman J. The mathematical basis of the Automatics Etched Interconnection Design Program // IRE International Convention Record. - Rome, 1962,- Part 6,- P. 26-133.

ОЧЕРЕДНОСТЬ ПРОКЛАДКИ СОЕДИНЕНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Еремин Александр Николаевич
магистрант, кафедра ПИКС БГУИР,
РБ, г. Минск
E-mail: eremin6m1611@gmail.com

Подавляющее большинство алгоритмов трассировки печатных плат решают задачу построения лишь элементарных соединений, то есть соединений между двумя точками. Поэтому для автоматической реализации необходимо задавать очередность прокладки соединений как внутри цепи, так и очередность трассировки самих цепей.

В настоящее время имеется несколько подходов к решению задачи очередности прокладки соединений. Один из них состоит в последовательной трассировке отдельных цепей схемы. В этом случае задается расположение КП цепи. Для использования любого алгоритма трассировки необходимо определить способ построения штейнерова дерева. Оно строится путем последовательного подсоединения некоторой вершины цепи к ранее построенному фрагменту.

Эта вершина выбирается различными способами. Один из них заключается в предварительном построении минимального связывающего дерева, которое является "идеальным", так как при его построении не учитывается конфигурация других цепей. Но такое дерево определяет пары вершин, подлежащие соединению, что является важным для каждого конкретного алгоритма трассировки.

Другой подход заключается в предварительном разбиении всех многоконцевых соединений на элементарные и использовании общей процедуры упорядочения для всех элементарных соединений. При этом наиболее распространенным является упорядочение, основанное на их длине. В ряде программ трассировки соединения проводятся в порядке возрастания длин отдельных соединений, а в качестве оценки длины принимается кратчайшее расстояние между соединяемыми выводами. Аргументами в пользу такого подхода являются чисто эвристические соображения. На рис. 1 (а, б)

показано, что первоочередная прокладка короткого соединения предпочтительнее. Однако взаимное расположение КП может быть таким, что более предпочтительной окажется первоочередная прокладка длинного соединения (рис. 1 (в, г)).

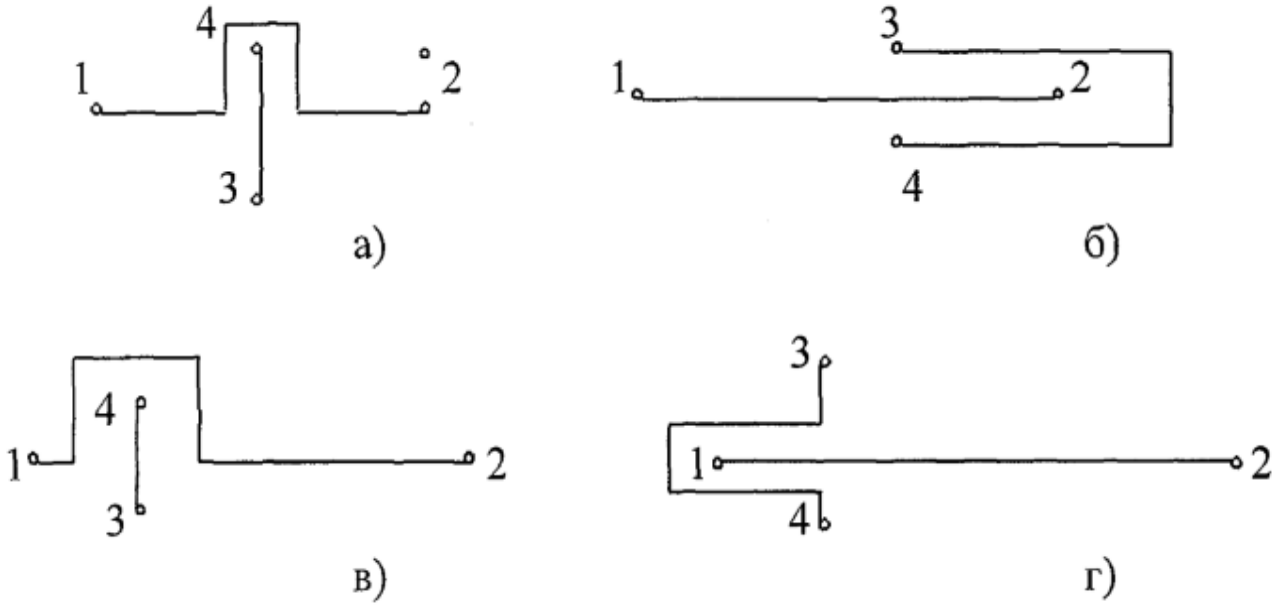


Рисунок 1. Различные порядки трассировки

Вопрос об эффективности различных методов упорядочения остается дискуссионным. В работе [9] дана статистическая обработка результатов трассировки для двухслойной печатной платы, выполненной при использовании различных тактик упорядочения, основанных на длине соединений. В качестве критерия сравнения принята сумма идеальных длин успешно завершенных соединений.

Полученные данные показывают, что любая из указанных выше тактик упорядочения приводит к примерно одинаковым результатам трассировки. Однако при предварительном расслоении соединений по горизонтальным и вертикальным направлениям к лучшим результатам приводит первоочередная трассировка соединений, в меньшей степени отклоняющихся от основного направления на слое.

Еще один метод упорядочения основан на подсчете для каждого соединения числа выводов других цепей, попадающих в минимальный прямоугольник для данного соединения. Иллюстрация этого метода дана на рис. 2. Очередность прокладки соединения обозначена цифрами.

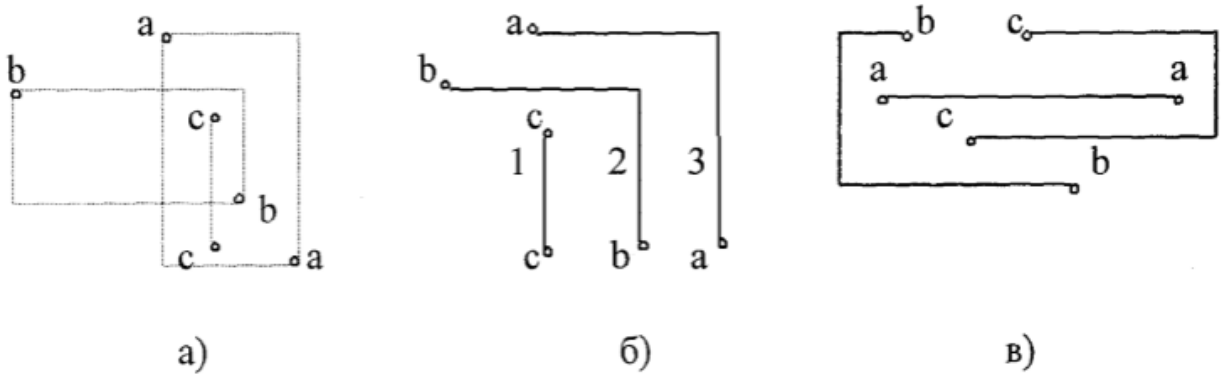


Рисунок 2. Метод прямоугольника

Указанный метод имеет тот же недостаток, что и метод упорядочения, основанный на длине. При протяженных соединениях, для которых минимальный прямоугольник не содержит других выводов, возможно существенное искажение формы последующих соединений (рис. 2 (в)).

Более тонкие методы упорядочения связаны с учетом взаимного влияния отдельных цепей, когда наряду с метрическими параметрами используются некоторые топологические характеристики взаимного расположения соединений. Иногда в качестве оценки используется приведенная длина соединений:

$$l = L/n,$$

где: L - полупериметр минимального прямоугольника, содержащего выводы цепи; n - количество выводов. Приоритет отдается цепям с меньшей оценкой l.

Основной недостаток всех указанных выше методов состоит в том, что упорядочение выполняется до начала трассировки. Более перспективными являются динамические методы очередности прокладки соединений. Сущность этих методов заключается в следующем. Вначале присваивается некоторая

оценка и первым трассируется соединение с "наилучшей" оценкой. Затем производится пересчет оценок и процесс продолжается.

При построении динамических схем упорядочения соединение выбирается с учетом вероятности его успешного построения. Эта вероятность оценивается исходя из ряда факторов: длины соединения, числа пересечений, угла наклона, плотности расположения соединений в его окрестности. Объективных оценок эффективности таких методик в настоящее время нет. Кроме того, весьма существенными являются дополнительные затраты машинного времени, связанные с пересчетом характеристик цепей в процессе трассировки.

Список литературы:

1. Абрайтис Л.Б. Определение конфигураций соединительных деревьев комплексов с распределением коммутаций по слоям // Вычислительная техника. - Каунас: Каунас, политехи, ин-т, 1971,- Т. П.- С. 162 - 169.
2. Абрайтис Л.Б. Система автоматизированного монтажно-коммутационного проектирования ячеек цифровых устройств // Вычислительная техника. - Каунас: Каунас, политехи, ин-т, 1972,- Т. III. - С. 230 - 233.
3. Андреев Г.Ю., Петухов Г.А., Скородубский В.Н. Компенсирующий алгоритм поиска малоповоротных путей // Вычислительная техника. - Каунас: Каунас, политехи, ин-т, 1972,- Т.III. - С. 380 - 386.
4. Бахтин Б.И. Автоматизация в проектировании и производстве печатных плат радиоэлектронной аппаратуры,- Л.: Энергия, Ленингр. отд-ние, 1979.120 с.
5. Малышева И.И., Розанов В.А., Юрин О.Н. Автоматизация технического проектирования многослойных печатных плат // Вопросы радиоэлектроники. Сер. VII. - Электронная вычислительная техника,- 1972,- Вып. 3,- С. 115 - 118.
6. Матицкас К.Л. Алгоритм определения дерева оптимальной длины с ограничением степени его вершин // Вычислительная техника,- Каунас: Каунас, политехи, ин-т, 1971,- Т. П.- С. 121 - 131.
7. Петухов Г.А. и др. Алгоритмические методы конструкторского проектирования узлов с печатным монтажом / Г.А. Петухов, Г.Г. Смолич, Б.И. Юлин,- М.: Радио и связь, 1987,- 152 с.
8. Построение современных систем автоматизированного проектирования / К.Д. Жук, А.А. Тимченко, А.А. Родионов и др.- Киев: Навукова думка, 1983. - 248 с.
9. Abel C.L. On the ordering of connection for automatic wire routing // IEEE Trans. - 1972,- V. C - 21, № 11,- P. 1227 - 1233.

СЕКЦИЯ

«ЭНЕРГЕТИКА»

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ СБРОСА ПОПУТНЫХ ВОД НА ТВЕРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Сизикин Денис Александрович
магистрант, кафедра РиЭНМ, РГУ н. и г. им. И.М. Губкина, РФ, г. Москва
E-mail: sizikindenis@mail.ru

Трофимов Святослав Николаевич
магистрант, кафедра РиЭНМ, РГУ н. и г. им. И.М. Губкина, РФ, г. Москва

Абдрахманов Вадим Радикович
магистрант, кафедра РиЭНМ, РГУ н. и г. им. И.М. Губкина, РФ, г. Москва

Для повышения производительности установок и уменьшения коррозии трубопроводов осуществляется предварительный сброс пластовой воды. В настоящее время основную часть добываемой продукции на нефтяных месторождениях России, находящихся на последней стадии разработки, составляет попутно добываемая вода [1, с. 24]. Проблема сброса данных вод на рассматриваемом Тверском месторождении Самарской области и предлагаемое решение является основной целью данной статьи.

Организация сброса возрастающих излишков нефтепромысловых сточных вод намечается в ближайшие два года, в связи с чем, рекомендуется организация сброса попутно добываемой сточной воды на дожимной насосной станции с использованием всех имеющихся емкостных сооружений. Всю воду, которая будет сбрасываться в районе станции, намечается утилизировать в глубокие поглощающие горизонты.

По предварительным расчетам ожидаемый максимальный объем утилизации избытков сточных вод может составить предположительно порядка 1920 $м^3$/сутки.

Критерии для оценки пласта-коллектора с целью утилизации сточных вод следующие:

1. пласт-коллектор должен обладать достаточной водопроводимостью, обеспечивающей экономически эффективный сброс заданного количества стоков;

2. горизонт не должен содержать пресных, а также промышленных вод, закачка стоков возможна лишь в горизонты с минерализованными водами, не пригодными для практического использования;

3. надежная изоляция поглощающих горизонтов выдержанными по мощности, регионально протяженными водоупорами от вышележащих водоносных горизонтов с пресными водами [2, с. 73];

4. совместимость пластовых вод и пород поглощающего горизонта с утилизируемыми водами при исключении образования нерастворенных осадков;

5. отсутствие тектонических нарушений в зоне залегания поглощающих горизонтов;

6. поглощающий горизонт в радиусе 20-30 км от полигона утилизируемых стоков не должен выклиниваться или иметь выходы на поверхность.

Самарская область и прилегающие к ней территории в целом характеризуются благоприятными условиями для подземного захоронения сточных вод.

В результате проведенных в Самарской области исследований прошлых лет по выявлению участков недр, пригодных для сброса попутно добываемых с нефтью вод, многолетнего практического опыта закачки этих вод на ряде разрабатываемых нефтяных месторождений в глубокие поглощающие горизонты, к наиболее перспективным отнесены пласты-коллекторы в окско-серпуховских отложениях нижнего карбона и фаменского яруса верхнего девона.

Они имеют практически повсеместное распространение, отделены от зоны активного водообмена надежными водоупорами и обладают высокими коллекторскими свойствами. Залегают они на больших глубинах, обладают значительными мощностями и содержат в себе рассолы с минерализацией

до 216-273 г/дм^3. В силу общего погружения осадочных отложений в юго-восточном направлении глубина залегания и мощность поглощающих горизонтов и водоупоров увеличиваются.

На территории области сооружено большое число полигонов, на которых сбрасываются попутные пластовые воды в объемах от 100 до 10000м^3/сутки. В гидрогеологическом разрезе территории Тверского месторождения также имеются названные выше поглощающие горизонты.

На Тверском месторождении предлагается организовать полигон поглощения, состоящий из 4 поглощающих скважин. Если имеется такая возможность, их можно перевести из пьезометрического фонда.

На ближайшем (в пределах 6 км) разрабатываемом месторождении функционирует полигон по утилизации подтоварных вод с 1978 г. Поглощающие горизонты полигона приурочены к серпуховскому и фаменскому ярусам.

Общая мощность серпуховских отложений в этом районе составляет 166-230 м. Мощность проницаемой части колеблется от 20,0 до 33,0 м, а её среднее значение равно 25,3 м. Пористость серпуховского поглощающего горизонта принята по геофизике, равной 15,6 %.

Общая мощность фаменских отложений составляет 348-371 м, мощность проницаемой части изменяется от 47,5 до 58,6 м, а ее среднее значение равно 51,6 м. Пористость пород фаменского поглощающего горизонта определена по геофизике, равной 11,1 %.

Поглощающие горизонты изолируются от поверхностных вод глинами тульского и верейского горизонтов, а от нижележащих отложений терригенного девона – глинами тиманского (кыновского) горизонта. Эти водоупоры имеют региональное распространение и прослеживаются на всей территории Самарской области. Мощность тульского и верейского водоупоров составляет, соответственно, 40-43 и 85-98 м. Приемистость поглощающих скважин месторождения-аналога за период эксплуатации изменялась в пределах от 700 до 1100-1400 м^3/сутки.

Полигон поглощения и Тверское месторождение имеют, в целом, сходные геолого-гидрогеологические условия, что позволит при обосновании предлагаемого в данной работе полигона на Тверском месторождении использовать опыт эксплуатации действующего полигона и принять его за полигон-аналог. Таким образом, имеются все предпосылки для рассмотрения к использованию вышеназванных горизонтов для захоронения подтоварных вод и на Тверском месторождении.

Наиболее перспективными для использования поглощающими горизонтами в пределах Тверского месторождения являются серпуховский и фаменский, наилучшим образом отвечающие всем основным критериям, необходимым для выбора пластов-коллекторов под закачку сточных вод.

В качестве поглощающего горизонта для утилизации избытка пластовой воды предлагается использовать серпуховский горизонт и фаменский ярус.

Разгазированная пластовая вода после очистки от нефтепродуктов и твердых взвешенных веществ по напорной герметизированной системе будет подаваться на прием насосов шурфной насосной станции. Затем по системе высоконапорных водоводов через водораспределительный пункт попутно добываемая вода будет подаваться в поглощающие скважины Тверского месторождения.

В соответствии с предлагаемой системой утилизации (поглощения) пластовой воды на Тверском месторождении, исходя из предполагаемых объемов образования избытков нефтепромысловых сточных вод и возможной приемистости поглощающей скважины ориентировочно потребуется обустройство устьев 4-х поглощающих скважин (3 рабочих, 1 резервная).

На площадке в районе дожимной насосной станции для подачи попутно добываемой воды по высоконапорным водоводам в поглощающие скважины предлагается строительство шурфной насосной станции, состоящей их двух шурфов (стендовых скважин) глубиной 60-80 м.

Сброс пластовой воды по предложенным решениям необходимо осуществлять в целях обезвоживания поступающей обводненной продукции,

разгрузки установки предварительного сброса воды и ближайшего полигона поглощения, а также конечного пункта – нефтестабилизационного производства. Всю воду, которая будет сбрасываться в районе дожимной насосной станции, намечается утилизировать в глубокие поглощающие горизонты. Сброс попутной пластовой воды в поглощающие скважины непосредственно в районе извлечения нефти является оптимальным вариантом ее утилизации. Во-первых, существенно сокращаются материальные затраты на формирование всей инфраструктуры по утилизации, во-вторых, уменьшается риск отрицательного воздействия на окружающую среду, связанный с порывами трубопроводов из-за высокой коррозионной активности сточных вод.

Список литературы:

1. Лебедьков А.Е., Кан А.В., Андреев А.Е., Лушникова Л.В. Справочник инженера по подготовке нефти. Учебное пособие - Нефтеюганск, 2015. – С. 299.
2. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. Учебник для вузов – М.: Альянс, 2005. – С. 192.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Тесленок Александр Иванович
магистрант, факультет электроснабжения ЮЗГУ,
РФ, г. Курск
E-mail: eka186@yandex.ru

В данной работе произведён анализ современных проблем цифровых подстанций, кратко изложено, что такое цифровые подстанции, проблемы которые возникают с появлением как подстанций этого типа, так и на стадиях внедрения и эксплуатации.

Ключевые слова: цифровые подстанции, измерительные цифровые приборы, оптоволоконные кабеля, стандарт МЭК61850, стандартотизация в телеметрии, зарубежный и Российский опыт.

В настоящее время как за рубежом, так и в России современные подстанция представляет собой совмещённый (гибридный) набор современной аппаратуры, к примеру, таких как:

- управление технологическими процессами (АСУ ТП);
- структурой релейной защиты и противоаварийной автоматике (РЗА и ПА);
- системой обнаружения мест повреждения (ОМП);
- автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ);
- автоматизированные системы наблюдения за технологическими параметрами подстанции и другие.

Отмечу, что, каждое из перечисленных устройств, получает от трансформаторов тока и трансформаторов напряжения, аналоговый сигнал, и преобразует его в цифровой, и в принципе каждое из этих устройств, и систем уже основано на цифровых принципах.

Цифровые технологии более экономичны на всех стадиях внедрения: при проектировании, монтаже, наладке и в эксплуатации. Они обеспечивают возможность быстрого расширения и модернизации системы в процессе эксплуатации.

Цифровая подстанция- это электроподстанция, которая оснащена информационно-технологическими и управляющими системами, в которой информационный обмен данный, между элементами подстанции происходит не в аналоговом, а в цифровом формате (цифровыми информационными потоками).

В настоящее время есть целая линейка цифровых измерительных трансформаторов, являющихся элементами первичного оборудования подстанции, созданы компактные цифровые устройства релейной защиты, автоматики и учёта, способные работать с данными полностью в цифровом виде. Что даёт предпосылки к переходу на цифровые подстанции создается, на уже имеющийся аппаратной платформе.

Таблица 1.

Краткие характеристики и отличия традиционных и цифровых подстанций

Наименование	**Традиционные подстанции**	**Цифровая подстанция**
Материалы, оборудование	Различные виды оборудования и материалов закупаются и устанавливаются в виде отдельный специализированных компонентов системы. Требования к типу и количеству оборудования отличаются от мест установок и зависимость от монтажа.	Состав оборудования стандартный для определённых систем. Многофункциональность и многозадачность оборудования для различных видов подстанций. Уменьшение размеров подстанций ОПУ, сокращение количества кабельных линий, сокращение стендов и т. д. Относительно высокая стоимость при внедрение и снижение при установке на смежных подстанциях.
Проектирование.	Большее разнообразие схем, основанных в основном на соединение и монтаже кабелей. Разнообразные аппараты и топология. Любое изменение в схеме требует определённых применение физического труда для изменения пересоединений кабелей в схеме.	Интерфейсы между объединяющим устройством (Merging Unit) и ИЭУ стандартотизированы. Большая часть аппаратов перешли в виртуализацию, настройку ПО. Обновление, наладка, прошивка другие настройки упрощены.
Управление проектом.	Длительный период времени между проектированию монтажом и пуско-наладкой. Больше приёмок между этапами проекта, которые замедляют работу над проектом.	Этапы от закупок и до монтажа стандартотизированы и количество приёмок уменьшены, что влечёт быстрый ввод подстанции в работу.

Окончание таблицы 1.

Наименование	Традиционные подстанции	Цифровая подстанция
Разработка чертежей.	Затраты рабочего времени на разработку документирования электрических соединений. При изменении в схеме и различной модификации требуются дополнительные чертежи Создание чертежей могут привести к ошибкам, требуются перепроверки.	Документация физических соединений с первичной аппаратурой, которые стандартизированы (типовые). Упрощено автоматическое создание документации с помощью ПО.
Монтаж.	Трудоёмкая работа, требующая затрат по времени. Модернизация достигается при использовании заранее собранных управляющих шкафов, но сохраняется разнообразие подключение кабелей.	Монтаж упрощается из-за отсутствия кабельных соединений, при монтаже объединяющего устройства вместе с аппаратом. При стандартизации ошибки уменьшаются. Установка шкафов управления упрощено благодаря интерфейсу подключения.
Пуско-наладка.	Проверка сигналов, проходящих по кабелю, осуществляться между распределительным устройством и ИЭУ. Ошибки в соединениях, независимо от источника требуют обнаружения и переделки.	Постоянный мониторинг ведёт к минимизации ошибочной работы. Ошибки при монтаже ограничены проблемами связи между источником и получателем информации. В корпус ОПУ отсутствуют вводы контрольных кабелей под напряжением, тем самым повышается безопасность персонала и влияние ЭМС.

Переход к ЦП ведёт к минимуму проблемы стандартных подстанций (огромного километража медных кабелей, средств защиты РЗА, мест под шкафы РЗА и ПА и другие недостатки) автоматически повышается надёжность и безопасность, так как цифровые технологии предусматривают использование постоянной диагностики всех подключений.

Применение оптоволоконных кабелей позволяет значительно снизить трудоёмкость и объёмы выполнения работ. Кабели прокладываются более компактно и, по сравнению с традиционной ПС, их объём уменьшается на порядок. Кроме того, переход на ЦП, даёт нам выход на существенно иной уровень стандартотизации технических решений, а как следствие – снижение количества ошибок, аварий, повышение надежности. Цифровая передача

данных между устройствами – это возможность по-новому взглянуть на аппаратный состав этих систем. Многие технические решения на энергообъектах принимаются исходя, из необходимости иметь разделённые друг от друга системы с разным функциональным назначением. Однако, когда речь идет про «цифру» и, в частности, про «оптику», где нет прямой гальванической связи между разными устройствами, всё становится иначе, появляется необходимость пересмотреть принятые, нормативы и объединить первичные измерения для всех подсистем на единой шине. И чтобы эти принципы были практически воплощены, в железе, с высокой надёжностью и обеспечивали выполнение функций аппаратурой РЗА, ПА, и других устройств, необходимо решить ряд непростых задач: разработать специальный протокол связи между устройствами, обеспечивающий доставку нужной информации в заданное время (где счет идёт на миллисекунды и микросекунды) и с гарантированной точностью, чтобы цифровые измерительные потоки, попавшие в аппаратуру РЗА, правильно были расшифрованы, поэтому все источники измерений должны быть точно синхронизированы между собой. И вот за эту проблему взялась Международная Электротехническая Комиссия, разработав группу стандартов МЭК 61850.

МЭК61850 -этот стандарт состоит из, более чем 20 глав и охватывает множество вопросов. Он представляющий собой единый стандарт, под названием «Коммутационные сети и системы подстанций», описывающий правила для организации событийного протокола передачи данных и состоит из набора стандартов по методике испытания, экологические требования, стандарты связи клиент-сервер, структуры и конфигурации подстанции, стандартов проекта и другие технологические требования.

Система, построенная на данном стандарте интуитивно понятна, в результате разработчики и внедряльщики тратят меньше время на понимание структуры конкретного объекта и вследствие чего, значительно снижает стоимость проектирования и интеграции.

Что касается недостатком данного стандарта, то можно отнести, повышенную сложность и новизна стандарта, опасность проникновения вирусной программы. В отличие от классических систем измерений цифровые подстанции являются заложником качества проектного и наладочного персонала, поскольку мало подобрать и установить оборудование, его необходимо настроить таким образом, чтобы полностью исключить возможность появления проблем из-за направления и объема информационных потоков на шине процесса. Требования, которые предъявляемые к опыту персонала, который будет обслуживать. Необходимость резервирования линии каналов передачи данных. Замечу, что данные недостатки являются временными, так-как они устранятся в связи с наработками в данной отрасли принятием единых стандартов, принятием единой проектной базой. А для этого необходимо учитывать опыт зарубежных стран.

Зарубежный опыт складывается из совокупности опыта стран, где обкатывают какие-то отдельные элементы ЦП, а уже после отладки переходят на следующий уровень. Так первым крупным проектом по внедрению стандарта МЭК 61850 стала подстанция TVA Bradley 500 кВ США, введенная в эксплуатацию в 2008 г. Цель проекта заключалась в проверке совместимости реализации стандарта МЭК 61850 в устройствах различных производителей. Внедрение проекта позволило улучшить совместимость между устройствами различных производителей, повысить квалификацию персонала сетевой компании в части стандарта МЭК 61850, а также выявить проблемы, возникающие при его внедрении.

В 2009 г. в Испании была завершена работа над пилотным проектом подстанции Alcala de Henares 132 кВ (г. Мадрид). В реализации проекта использовались устройства различных производителей. Особенностью данного проекта являлось экспериментальное внедрение «Шины процесса» в части передачи дискретной информации. Системы РЗА и АСУ ТП на подстанции можно условно разделить на 4 уровня: верхний, станционный, уровень присоединения, (устройства МПРЗА и контроллеры присоединения) и полевой,

включающий приборы, установленные на распределительном устройстве. В непосредственной близости с коммутационными аппаратами на распределительном устройстве были установлены выносные модули УСО (MicroRTU), которые с помощью оптических кабелей подключались к коммутаторам, установленным в ОПУ. Все информация о состоянии коммутационных аппаратов, а также команды управления ими передавались по цифровым каналам связи (с помощью GOOSE-сообщений).

На MicroRTU была реализована лишь простейшая логика с целью повышения надежности этих устройств. Функции оперативной блокировки были реализованы в устройствах уровня присоединения. Таким образом, на подстанции были внедрены следующие виды информационных потоков:

- вертикальный GOOSE для обмена информацией между MicroRTU и устройствами уровня присоединения;
- диагональный GOOSE для обмена информацией между MicroRTU одного присоединения и устройствами защиты и управления другого (например, для быстрого информирования этих устройств об отказе выключателя);
- горизонтальный GOOSE для обмена информацией между устройствами уровня присоединения (для целей организации оперативных блокировок, пуска осциллографа и т. д.);
- передача динамической информации по протоколу MMS от устройств уровня присоединения на станционный уровень;
- команды управления со станционного уровня на уровень присоединения по протоколу MMS.

Команды управления проходили через контроллеры присоединения, которые транслировали эти команды в GOOSE-сообщения для MicroRTU, что позволяло на уровне контроллеров присоединения осуществить функции оперативной блокировки. На подстанции Alcala de Henares не были внедрены цифровые трансформаторы тока и напряжения. Однако проект является крайне интересным с точки зрения использования «Шины процесса» для передачи дискретной информации.

Большое развитие цифровые подстанции получили в Китае. В 2006 г. была введена в эксплуатацию первая цифровая подстанция 110 кВ Qujing, Yunnan. К 2009 г. Китай занял лидирующее место в мире по цифровым подстанциям, введя в эксплуатацию 70 подстанций. Ожидается, что рынок цифровых подстанций в Китае вырастет до 4—4,5 млрд юаней в год за ближайшие 10 лет.

В России многие организации, например, ОАО «НИИПТ» активно проводит исследования в области цифровых подстанций. В 2008—2010 гг. был создан испытательный стенд для проверки работы АСУ ТП с устройствами различных производителей по различным протоколам и интерфейсам. Большая часть устройств в комплексе работает по стандарту МЭК 61850: Satec SA330, Siemens Siportec 4 (7SJ64, 7UT63), Siemens TM1703, AK1703, BC1703, Areva Micom, General Electric (F60), SEL-451, Mikronika, ZIV 7IRV, МКПА Прософт, МПРЗА ЭКРА.

Для автоматизации процесса подключения устройств был создан конфигуратор МЭК 61850, позволяющий экспортировать конфигурацию из устройства в базу данных АСУ ТП. Таким образом, удалось значительно упростить интеграцию устройств различных производителей в АСУ ТП.

Создание стенда позволило оценить сложность интеграции устройств, работающих по различным протоколам в АСУ ТП. Результаты испытаний показали, что интеграция устройств, работающих по стандарту МЭК 61850, требует значительно меньше времени за счет автоматизации процесса подключения.

В рамках испытаний также проводилась проверка совместимости устройств по протоколу GOOSE. Стендовые испытания показали, что не всегда удается обеспечить совместную работу устройств различных производителей по протоколу GOOSE.

С внедрением стандарта МЭК 61850 появилась возможность производить тестирование компонентов и всего комплекса АСУ ТП без наличия необходимого количества устройств нижнего уровня. Для решения указанной задачи устройства замещаются необходимым количеством серверов МЭК 61850 (эмуляторов).

Модель данных устройств загружается на серверы в виде ICD-файлов. Для осуществления таких испытаний в ОАО «НИИПТ» был разработан сервер МЭК 61850, позволяющий тестировать взаимодействие интеллектуальных электронных устройств на цифровой подстанции без наличия необходимого количества устройств нижнего уровня.

В ОАО «НИИПТ» активно ведутся работы по созданию автоматизированной системы проектирования для цифровых подстанций, которая позволит использовать преимущества МЭК 61850-6 (SCL) и CIM-моделирования в процессе проектирования подстанций.

26 по 28 июля 2016 года в Ленинградской области на базе учебного комплекса ПАО «Ленэнерго» прошла выставка-форум «Современные тенденции распределительного сетевого комплекса».

В рамках данного мероприятия прошел круглый стол, посвященный вопросам создания автоматизированных систем в соответствии с МЭК 61850, на котором специалисты компании «Прософт-Системы» представили комплекс решений для цифровой подстанции электрораспределения и электроснабжения.

На предприятии «Прософт-Системы» разработано специальное оборудование для каждого уровня автоматизации работы цифровой подстанции электроснабжения:

- измерительные преобразователи (AMU) УНЦ-3.2,
- контролеры ячейки ARIS C304/C305,
- устройство синхронизации ИСС-1,
- цифровые счетчики ARIS EM,
- регистраторы аварийных событий РЭС-3-61850 и другие устройства.

На сегодняшний день компания «Прософт-Системы» приняла участие в нескольких пилотных проектах по реализации конструкторских решений для цифровой подстанции:

- на ПС 220 кВ «Магистральная» в Казани
- на испытательном полигоне Нижегородской ГЭС

Так же была создана система учета электрической энергии с шиной процесса, на энергоблоке № 11 Верхнетагильской ГРЭС, с помощью которой ведется автоматический сбор дискретных сигналов с терминалов РЗА в формате GOOSE-сообщений.

Зарубежный и отечественный опыт внедрения систем на базе стандарта МЭК 61850 показывает, что на современном этапе необходимо уделять повышенное внимание вопросам надежности всего цифрового комплекса устройств подстанции. Для этого все устройства должны проходить вначале тестирование на функциональное соответствие стандарту. Поскольку это тестирование представляет само по себе достаточно сложную задачу, для ее решения необходимо создание специального сертификационного центра, который мог бы осуществлять в полном объеме тестирование на соответствие стандарту любых устройств.

Также одним из важных факторов, которого придерживаются многие специалисты в области разработки, проектирования и реализации, который сдерживает массовое внедрение ЦП, является высокая стоимость технических средств, реализующих новую технологию.

Как правило, на первых этапах развития технологии разрабатываются специализированные приборы, наиболее полно реализующие потенциал новых подходов. При этом немалые затраты на разработку неминуемо закладываются в конечную стоимость разработанных устройств.

На время переходного периода о крупносерийном производстве таких приборов говорить не приходится, и вклад затрат на ОКР в стоимости устройств выходит весьма значительным. Получается типичный для внедрения новых технологий замкнутый круг – дорого т. к. малая серия, малая серия т. к. дорого.

Вторым важным фактором, сдерживающим развитие ЦП, который хотелось бы отметить, является фрагментарное развитие технического обеспечения. В первую очередь развиваются ключевые, системообразующие элементы – трансформаторы с цифровым выходом, терминалы РЗА. При этом многие другие элементы, на первый взгляд менее ответственные, но при этом

совершенно необходимые для нормальной эксплуатации объекта автоматизации, остаются обделенными должным вниманием. Эта неравномерность в развитии приборного парка вскрывается, когда дело доходит до реального проектирования объектов ЦП. Выясняется, что многих, на первый взгляд простейших, но нормативно и реально необходимых приборов для ЦП, на рынке не представлено. Но несмотря на выше сказанное, процесс в России продвигается и главное, чтоб он не останавливался.

И в заключении, в настоящее время в России реализуется сразу несколько проектов цифровых подстанций, такие, как опытный полигон «Цифровая подстанция» на базе «НТЦ ФСК ЕЭС», подстанция 500 кВ «Надежда» на базе Магистральных электрических сетей Урала, а также кластер «Эльгауголь».

Однако, как отмечают эксперты, пока в этом вопросе отсутствует самый важный компонент – методология проектирования в полном объеме. Необходимо решать вопрос автоматизации этого процесса, пока не подготовлены кадры. Нельзя исключить и важность инвестирования в развитие ЦП. В противном случае это будет значительно тормозить процесс развития цифровых подстанций в России, что крайне нежелательно.

Список источников:

1. www.kipia.info “Быть или не быть цифровым подстанциям в России?”
2. www.digitalsubstation.com. “В цифровых подстанциях мы видим огромный потенциал”.
3. www.ruscable.ru “Цифровая подстанция. Обзор мировых тенденций развития”.
4. www.digitalsubstation.com. “Цифровая подстанция и метрология”.
5. www.enosr.ru “Цифровые подстанции в России: процесс пошёл”.
6. www.news.elteh.ru “Новости электротехники” № 2(74)/Релейная защита.
7. www.elec.ru “Решения для цифровой подстанции становиться доступнее!”/ Статьи и обзоры.
8. www. сайта газета «Энергетика и промышленность России» № 10(24) июнь 2014 г.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

«НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

Электронный сборник статей по материалам LXII студенческой международной научно-практической конференции

№ 2 (61)
Февраль 2018 г.

В авторской редакции

Издательство АНС «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 4.
E-mail: mail@sibac.info

16+

СибАК

www.sibac.info