

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ

БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ
«СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**РОЛЬ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО
И ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ**

*Материалы Всероссийской
научно-практической конференции
7 ноября 2017 г.*

**Сургут
2017**

УДК 62 (063)
ББК 3
Р 68

Редакционная коллегия:

В. А. Галкин, д. физ.-мат. н., профессор;
Д. А. Моргун, к. физ.-мат. н., доцент;
С. Г. Еловой, ст. преподаватель.

Р 68 **Роль физико-математического и инженерного образования в современном обществе** : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Сургут, 7 ноября 2017 г.). – Сургут. гос. ун-т. – Сургут : ИЦ СурГУ, 2017. – 86 с.
ISBN 978-5-89545-473-2

В сборнике представлены материалы по актуальным вопросам развития электроэнергетики, разработки новых материалов и технологий. Статьи содержат материалы, касающиеся инфокоммуникационных технологий и вычислительных систем.

Издание предназначено для ученых, преподавателей, специалистов в области нефтяной, газовой промышленности и электроэнергетики, аспирантов, студентов и других заинтересованных лиц.

УДК 62 (063)
ББК 3

ISBN 978-5-89545-473-2

© БУ ВО «Сургутский государственный университет»

СОДЕРЖАНИЕ

Бобкова О. Д., Федоров Д. А. Алгоритм определения частоты пульса	4
Бойницкая А. Б. Исследование высокочастотной составляющей токов короткого замыкания в электроэнергетических сетях 110-220 кВ.....	8
Бурдыко Т. Г., Бушмелева К. И. Проблема качества обучающих программных средств.....	12
Вирстюк А. Ю. Модель прогнозирования эффективности работы нагнетательных скважин.....	15
Ганиев М. И. Использование магнитострикционных уровнемеров для измерения уровня нефтепродуктов.....	18
Давлетов Р. Р., Семенов О. Ю. Организация связи передачи данных в SCADA – системе с нижним уровнем в автоматизированной системе управления технологического процесса.....	22
Ельников А. В., Шадрин Г. А., Кочеров С. А. Программно-аппаратный комплекс фотонной корреляционной спектроскопии на основе анализа видеофайлов...	26
Жудина В. В. Исследование электромагнитного влияния ВЛ-500 кВ на ВЛ-35 кВ с различным заземлением нейтрали.....	31
Закиров А. А., Урманцева Н. Р. Методы, средства, программное обеспечение проверки адекватности информационной модели реального мира в соответствующей гис посредством навигации в онлайн-игре «THESURVIVALSURGUT».....	36
Кокорина К. А. Совершенствование технологии вскрытия продуктивных пластов скважин с использованием жидкостей на основе наночастиц.....	40
Комлев А. С., Урманцева Н. Р. Способы хранения библиографических данных электронной библиотеки кафедры АСОИУ с учетом специфики стандартов описывающих электронные документы	43
Краснюк А. А. Разработка модели сети электроснабжения нефтедобывающих скважин для исследования несинусоидальности тока и напряжения.....	47
Логинов В. А. Цифровая обработка сигналов волоконно-оптической системы виброакустического мониторинга	51
Майер И. В. Применение моделей saliency в задачах компьютерного зрения.....	56
Никифоров А. В. Программные интерфейсы взаимодействия виртуальных машин JAVA и .NET	61
Орлова В. В. Применение метода монте-карло для оценки грозоупорности ПС 110 КВ в районах с высоким удельным сопротивлением грунтов	63
Пономарев И. Д., Чаппаров Ф. Х. Разработка инфокоммуникационной платформы для подготовки бакалавров и магистров по направлению инфокоммуникационные технологии и системы связи.....	67
Романов А. М. Организация высокочастотных и оптических каналов связи для передачи сигналов релейной защиты и автоматики	69
Снигирева В. А. Перспективы применения трубобетонных конструкций в строительстве.....	74
Срыбник М. А., Грошева В. В., Эльман К. А. Задача эмпирических математических моделей в модернизации нефтехимических производств.....	79
Шафикова А. Ф., Семенов О. Ю. Подключение абонентов ТФОП к сети ip в рамках концепции NGN.....	82

УДК 004.5

Бобкова О. Д., Федоров Д. А.

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПУЛЬСА

г. Сургут

Мониторинг показателя состояния частоты пульса важен для своевременной коррекции труда и отдыха, в случае выхода наблюдаемых параметров за пределы медицинских норм.

В данной статье приведен обзор существующего алгоритма измерения частоты пульса с помощью мобильного телефона и предлагается собственный алгоритм, используемый в приборе Vita-Control. Прибор Vita-Control представляет собой небольшой носимый браслет-датчик, который по беспроводной технологии передаёт данные об интересующих параметрах состояния человека на контроллер-анализатор.

Ключевые слова: алгоритмы, диагностика, состояние, пульс.

Введение.

Деятельность сердечнососудистой системы обеспечивает нормальное функционирование всего организма. Пульс- это периодические толчкообразные колебания стенок кровеносных сосудов, обусловленные сокращениями сердца. Нормальный пульс - один из первых признаков здоровья человека. Частота пульса измеряется количеством ударов в минуту [3].

Существуют границы нормальных значений ЧСС для каждой возрастной категории. Частота пульса под влиянием некоторых факторов может меняться. Отклонение от установленных показателей не всегда является признаком болезни, а часто бывает просто методом адаптации сердца к изменениям внешней либо внутренней среды. Например, у здорового человека при физической нагрузке ЧСС увеличивается, в покое и во время сна снижается [1].

Обзор существующего алгоритма определения частоты пульса.

В качестве аналога был рассмотрен алгоритм определения частоты пульса с помощью камеры мобильного телефона опубликованный в научной статье [2].

Алгоритм основан на идее анализа расстояний между пиками сигнала и состоит из следующих шагов:

1. Дифференцирование сигнала. Данная операция позволяет выровнять сигнал так, что становится возможным сравнивать высоты пиков. Дифференцирование производится по формуле (1):

$$f'(x_i) \approx \frac{f(x_{i+1}) - f(x_{i-1}))}{2}, \quad (1)$$

где $f(x_i)$ и $f'(x_i)$ – значение сигнала и его производной для i -го кадра соответственно ($2 \leq i \leq \text{frame_number} - 1$), а frame_number – общее количество кадров.

2. Формирование наборов из k самых высоких пиков. Здесь k изменяется от 3 до n , где n – максимальное количество рассматриваемых пиков. Для сигнала длительностью 10 секунд используется n равное 20.

3. Вычисление дисперсии расстояний между соседними пиками для наборов, полученных на предыдущем шаге. Дисперсия для каждого набора определяется по формуле (2):

$$\text{variance} = \frac{1}{k-1} * \sum_{i=1}^{k-1} \left(l_i - \frac{1}{k-1} * \sum_{j=1}^{k-1} l_j \right)^2, \quad (2)$$

где l_i – расстояние между i -м и $(i + 1)$ -м пиками набора (здесь мы считаем, что пики в наборе упорядочены по времени их появления), а k – общее количество пиков в наборе.

4. Выбор подходящего набора пиков. На данном шаге выбирается набор пиков с наименьшим значением дисперсии расстояний.

5. Вычисление частоты пульса. Частота пульса определяется по формуле (3):

$$HR = \frac{frame_rate \times 60}{mean}, \quad (3)$$

где HR – частота пульса, $frame_rate$ – частота кадров исходного видеофайла, $mean$ – среднее значение разностей между соседними пиками выбранного на предыдущем шаге набора.

Рассмотренный алгоритм на тестовых наборах данных показал около 8 % ошибок и является сложным с точки зрения вычислений, которые можно сократить.

Предложенный алгоритм определения частоты пульса.

При разработке нового алгоритма определения пульса для прибора Vita-Control, основанного на поиске и подсчете пиков, учитывались следующие требования:

- простота вычислений;
- точность.

Предложенный алгоритм определения пульса отражен на блок-схемах (Рис.1) и (Рис.2). Для определения частоты пульса подсчитывают количество ударов за 15 секунд, и полученный результат умножают на четыре [4].

Алгоритм подсчета пульса на естественном языке:

1. Прибор считывает в течение 15 секунд данные
2. Считается количество пиков, полученных прибором за 15 секунд
3. Полученное число умножается на 4
4. Выводится пульс.

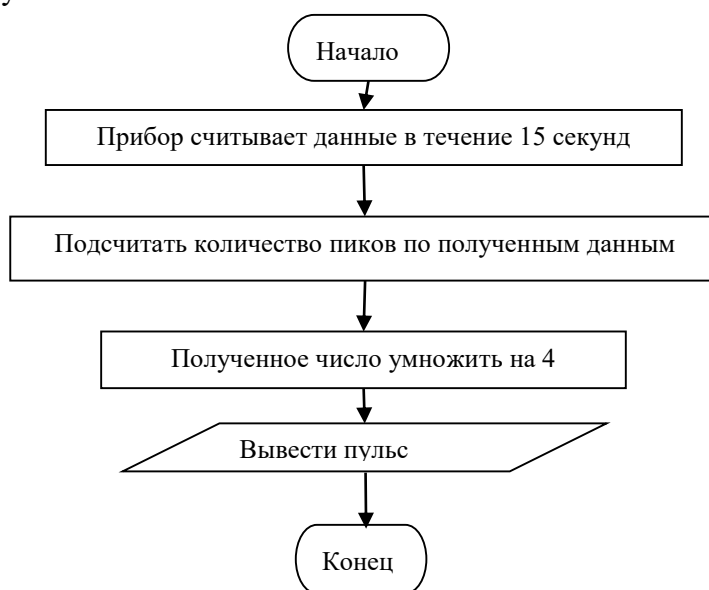


Рис. 1. Алгоритм определения пульса

Алгоритм подсчета пиков на естественном языке:

1. Данные отфильтровать медианным фильтром;
 2. Провести нормализацию данных;
- Нормализация данных производится по формуле (4):

$$S_i = (S_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}), \quad (4)$$

где,

i принимает значение от 0 до n ;

X_{\min} – минимальное значение;

X_{\max} – максимальное значение;

S_i – i элемент массива данных.

3. После нормализации для удобства подсчета пиков каждое значение нормализованных данных (S_i) заменяем на 1, если $S_i \geq \text{porog}$ и на 0, если $S_i < \text{porog}$, где Porog - пороговое значение; $\text{Porog}=0.5$.

4. Рассчитываем количество пиков по формуле (5), если значение S меняется с 1 на 0 ($S_i=1$, а $S_{i+1}=0$):

$$P=P+1, \quad (5)$$

где P -количество пиков.

Фильтрация медианным фильтром.

1. Весь блок данных разбивается на блоки из трех чисел.
2. В каждом блоке сортируются числа от меньшего к большему, и берется значение, которое находится по середине.

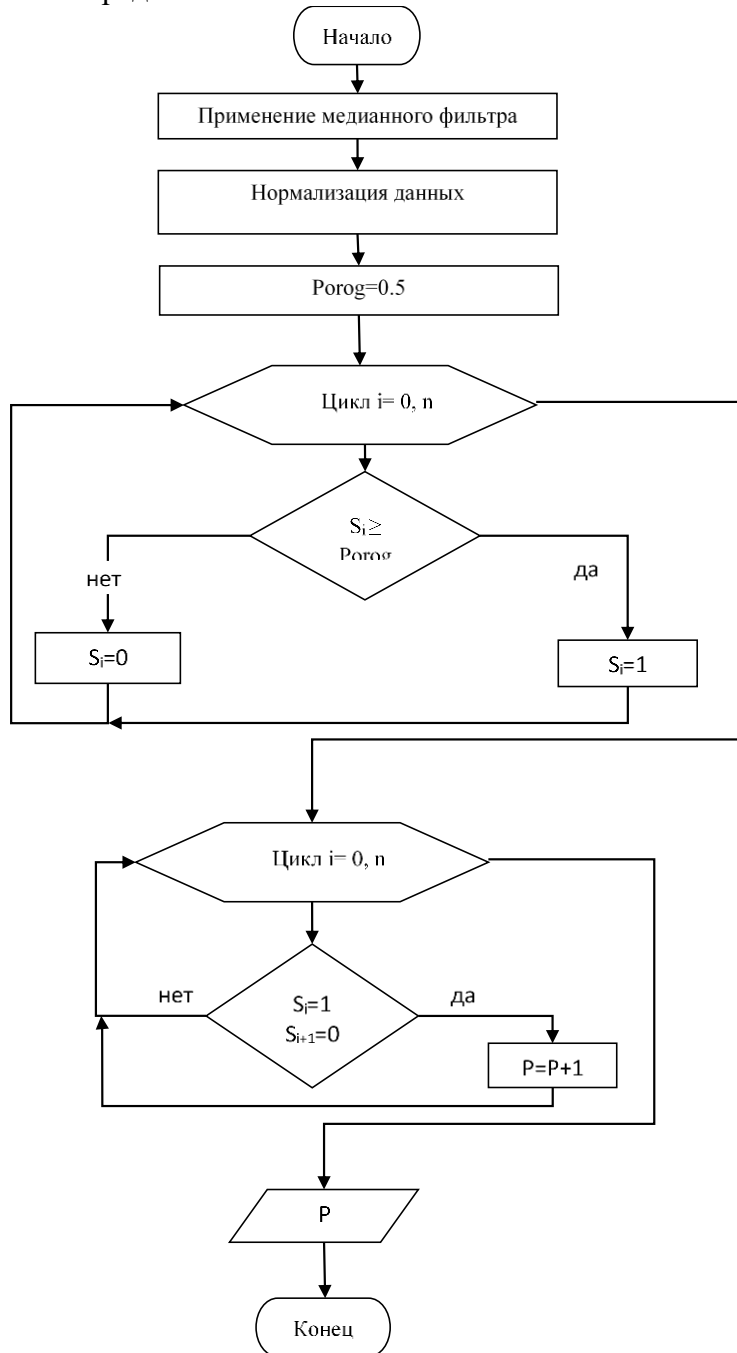


Рис. 2. Алгоритм подсчета пиков

На рис.3 приведен график данных конкретного человека, полученных с помощью прибора Vita-Control и обработанных при помощи предложенного алгоритма подсчета пульса.



Рис. 3. График входных данных конкретного человека
 Получен результат - пульс 64 уд/сек. (Рис.4).



Рис. 4. Результат

Для подтверждения точности алгоритма был проведен эксперимент. Данные замера полученные с прибора Vita-Control и обработанные при помощи предложенного алгоритма подсчета пульса и данные полученные и обработанные при помощи медицинского пульсометра ЭЛОКС-01М отражены в таблице 1.

Таблица 1

Данные замеров

Номер п/п	Пациент	Данные замера пульса полученные с помощью прибора Vita-Control обработанные с помощью алгоритма, уд/сек.	Данные замера полученные и обработанные с помощью медицинского прибора ЭЛОКС-01М, уд/сек.
1	Пациент 1	64	64
2	Пациент 2	66	66
3	Пациент 3	72	72
4	Пациент 4	75	75
5	Пациент 5	83	83

Проанализировав полученные данные замера пульса конкретных людей, полученные с прибора Vita-Control и обработанные при помощи предложенного алгоритма подсчета пульса и данные полученные и обработанные при помощи медицинского прибора ЭЛОКС-01М был сделан вывод, что данные этих двух замеров идентичны. Для подтверждения точности необходимо дальнейшее тестирование данных пульса полученных с прибора Vita-Control и обработанных с помощью данного алгоритма на большом количестве реальных людей.

Заключение

В данной статье приведен обзор существующего алгоритма определения частоты пульса с помощью камеры мобильного телефона, реализованного в мобильном приложении Pulse Detector. Рассмотрен собственный алгоритм определения частоты пульса, который использован в приложении для прибора Vita-Control.

Bobkova O. D., Fedorov D. A.

ALGORITHM FOR DETERMINING HEART RATE

Surgut

Abstract: Heart rate's state monitoring is important for early work and rest adjustment in case when observed index go beyond medical norms.

In this article the author makes an overview of existing algorithm of measuring heart rate with the help of mobile telephone and offers an algorithm, which is used in Vita-Control device. Vita-Control device is a small wearable bracelet-sensor. This device sends data about people indexes state using wireless technology to controller-analyzer.

Keywords: algorithms, diagnosis, state, pulse.

Список использованной литературы

1. Воробьева Е. А., Губарь А. В., Сафьянникова Е. Б. Анатомия и физиология: Учебник \ (Учеб. лит. Для учащихся мед. училищ) - Москва: Медицина, 1988 - с.432
2. Лаурэ Д. А., Лагутина Н. С., Парамонов И. В. Разработка алгоритма измерения частоты пульса с помощью камеры мобильного телефона \ Модел. и анализ информ. систем. т.21, №4, 2014, стр.91-10 \ Ярославль : Изд-во Ярославского гос.университета.
3. Глянцев С. П. Учение о пульсе Авиценны: взгляд из настоящего. Медицина и здравоохранение, 2012 г.
4. Болотова А. Пульс: учимся правильно считать. \ Журнал Здоровье \ № 3 март 2017 год.

УДК 621.315

Бойницкая А. Б.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЯХ 110-220 кВ

г. Сургут

Произведены исследования характеристик волновой стадии аварийных токов короткого замыкания (КЗ) в сетях 110-220 кВ, которая не учитывается в классической методике и научно-технической документации (НТД) по расчетам токов короткого замыкания. Максимальные значения волновых токов в схемах с большим количеством присоединений воздушных или кабельных линий могут значительно превышать оценки ударных токов КЗ по классической методике. Высокочастотная составляющая тока КЗ значительной амплитуды возникает также при КЗ вблизи устройств компенсации реактивной мощности типа БСК. В работе оценена степень опасности волновой стадии аварийных токов для элементов электроэнергетических систем.

Ключевые слова: короткое замыкание, ударный ток, волновая стадия, электродинамическое и термическое действие.

Классический подход к расчетам переходных процессов в электрических сетях предусматривает анализ форм и амплитуд аварийных токов КЗ в сосредоточенных схемах замещения, состоящих из эквивалентных ЭДС частоты 50 Гц, индуктивных и активных сопротивлений. Характеристики тока короткого замыкания имеют значение при проектировании и эксплуатации воздушных линий (ВЛ), подстанций и выборе основного электрооборудования. Неучет волновой стадии формирования тока КЗ, которая присутствует всегда, в

некоторых схемах приводит к недооценке возможных максимумов аварийных токов. Типичными схемами, требующими учета волновой стадии, являются схемы подстанций с большим количеством присоединений воздушных или кабельных линий, схемы при наличии батарей статической компенсации (БСК) и др.

Известные из литературы [1] и НТД [2,3] методы оценки переходного процесса при коротких замыканиях в электрических сетях в общем случае ориентируются на сосредоточенную эквивалентную схему замещения, включающую источник переменного напряжения $e(t)=E*\sin(\omega t+\varphi)$, индуктивное сопротивление $Xэ$ и активное сопротивление $Rэ$ (рис.1).

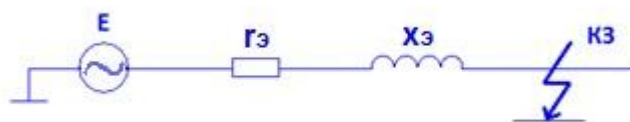


Рис. 1. Эквивалентная схема замещения сети при расчете аварийного тока

Ток в переходном процессе содержит при этом аperiodическую и периодическую составляющие: $i_{ап}(t) = I_{ап} * e^{-t/T}$, $i_{пер}(t) = I_{пер} * \sin(\omega t + \psi)$. Максимальное значение аperiodической составляющей и максимальное значение ударного тока $I_{уд}$ возникают при КЗ в момент нулевого значения напряжения (рис 2). Этот момент является расчетным для получения незаниженных оценок ударного тока, который используется для проверки электродинамической стойкости электрооборудования и ошинок подстанций. Электрооборудование выбирается при проектировании на основании соответствия его параметров термическому действию тока $I^2 \Delta t$ [$A^2 * c$], которое зависит от момента короткого замыкания и наличия аperiodической составляющей тока КЗ [3].

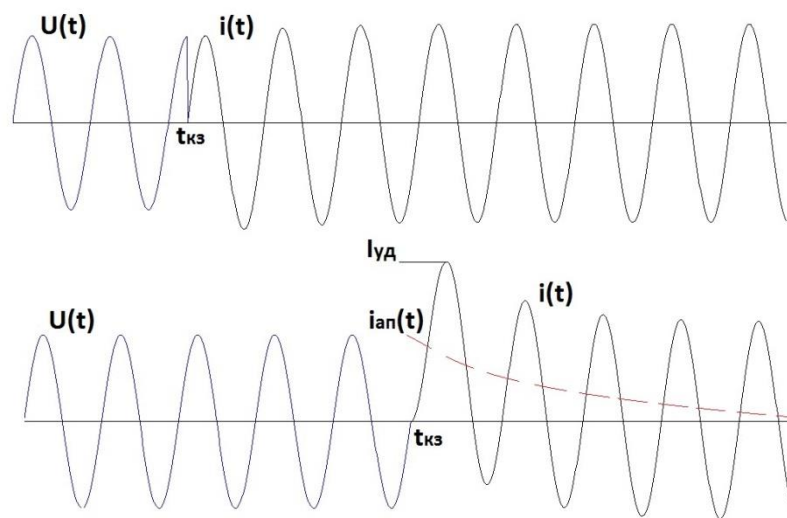


Рис. 2. Формы аварийного тока при замыкании в момент максимума и нулевого значения напряжения

Короткое замыкание в момент максимума напряжения (рис 2) обычно не является расчетным. Но в некоторых ситуациях необходимо учитывать накопленную в распределенных электрических сетях и емкостных элементах реальной схемы энергию и преобразование ее в энергию высокочастотного переходного тока или высокочастотной (волновой) стадии. При КЗ в момент максимума напряжения накопленная электростатическая энергия имеет

максимальное значение и приводит к наибольшим амплитудам высокочастотной составляющей тока. В традиционных расчетных схемах для определения параметров аварийного тока [1,2] отсутствуют емкостные элементы и не учитываются процессы, связанные с преобразованием накопленной энергии в магнитную энергию токов, протекающих в других элементах схемы, в том числе в линиях с распределенными параметрами. При проведении расчетов токов КЗ в электрических сетях, имеющих значительные длины, необходим учет волнового характера протекающих процессов, а также наличия сосредоточенных элементов со значительной емкостью, например, батарей статической компенсации, групп кабельных фидеров и пр.

Переходный процесс при данном подходе состоит из волновой стадии – разряда емкостного накопителя в виде N подходящих к точке КЗ заряженных длинных линий до напряжения U_{\max} , или разряд сосредоточенной емкости $C_{\text{БСК}}$ через индуктивность ошиновки от БСК до точки КЗ.

На рис. 3 приведена ожидаемая форма тока КЗ при возникновении замыкания в момент максимума напряжения с учетом волновой стадии. Максимум волнового тока при этом может значительно превышать значение ударного тока $I_{\text{уд}}$, определяемого по традиционной методике в сосредоточенной схеме (рис. 1) при КЗ в момент нуля напряжения.

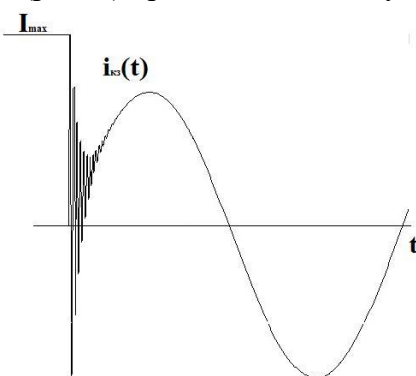


Рис. 3. Форма аварийного тока при КЗ в момент максимума напряжения с учетом волновой стадии

На рис. 4 приведена расчетная осциллограмма тока КЗ на шинах ОРУ – 110 кВ Тюменской ТЭЦ – 1 при количестве отходящих ВЛ $N_{\text{ВЛ}}=14$ длиной от 20 до 100 км с волновыми сопротивлениями $Z_{\text{ВЛ}}=400$ Ом, из которой следует, что максимум высокочастотного тока превышает в полтора раза максимум периодической составляющей тока короткого замыкания.

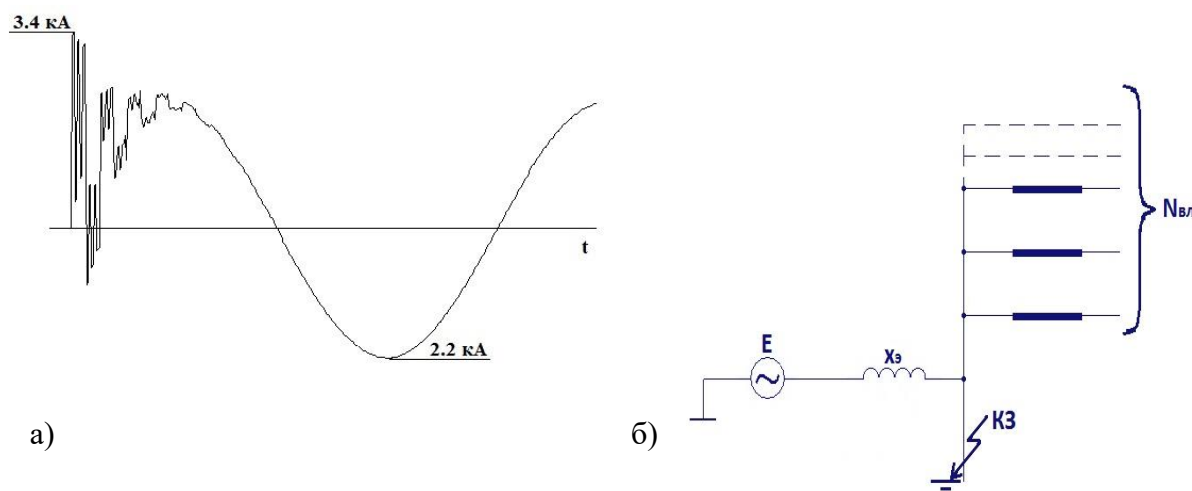


Рис. 4. Осциллограмма аварийного тока на шинах подстанции (а) и эквивалентная расчетная схема (б)

В разветвленных кабельных сетях или на станциях при наличии кабельных перемычек для вывода мощности могут наблюдаться наиболее высокие значения $I_{КЗ}^{(1)}$ волновой стадии. Так, при числе отходящих кабельных линий (КЛ) класса 110-220 кВ от 5 до 10 и волновом сопротивлении $Z_{КЛ}=40$ Ом, $I_{КЗ}^{(1)} = 11 \dots 22$ кА.

Наличие БСК также приводит к ярко выраженной высокочастотной составляющей, максимум которой определяется как $I_{КЗ}^{(1)} = \frac{U_{\max}}{Z_x}$, где $Z_x = \sqrt{\frac{L_{\Sigma}}{C_{БСК}}}$ – характеристическое сопротивление, L_{Σ} – эквивалентная индуктивность отрезка ВЛ от БСК до точки КЗ. При емкости БСК, соответствующей типовому ряду реактивных мощностей БСК, величина первого максимума высокочастотной составляющей аварийного тока может составлять десятки килоампер при неудаленных КЗ.

Высокочастотная составляющая аварийного тока может особым образом воздействовать на электрооборудование и ошиновку подстанций. Электродинамическое действие определяется максимумом тока $I_{КЗ}^{(1)}$ и формой волновой стадии. Термическое действие волновой стадии по отношению к действию периодической составляющей тока КЗ может быть оценено как $\frac{B_{КВ.ч}}{B_{КП.с}} \approx \left(\frac{I_{В.ч}}{I_{П.с}}\right)^2 \cdot \frac{T_{В.ч}}{2t_{\text{откл}}}$, где $T_{В.ч}$ – постоянная времени затухания высокочастотной составляющей тока КЗ, $t_{\text{откл}}$ – время отключения аварийного тока, $B_{КВ.ч}$, $I_{В.ч}$ – термическое действие и максимальное значение тока КЗ высокочастотной составляющей, $B_{КП.с}$, $I_{П.с}$ – периодической составляющей.

Выводы.

1. В электрических схемах подстанций или сетей с большим количеством присоединений ВЛ или КЛ при расчетах форм аварийных токов необходим учет волновой стадии принимая во внимание распределенность параметров линий.
2. Величина первого пика волновой стадии тока может существенно превышать значение ударного тока $I_{уд}$, определяемого в соответствии с общепринятой классической методикой.
3. Волновая стадия аварийного тока оказывает дополнительное термическое действие на оборудование и ошиновку, а также может создавать электродинамические усилия, существенно превышающие расчетные, полученные по традиционным методикам и нормам.

Boiynickay A. B.

STUDY OF HIGH-FREQUENCY COMPONENT OF SHORT CIRCUIT CURRENTS IN ELECTRICAL POWER NETWORKS OF 110-220 kV

Surgut

Researches of characteristics of a wave stage of emergency currents of short circuit in networks of 110-220 kV which is not considered in classical technique and scientific and technical documentation on calculations of currents of short circuit are made. The maximum values of wave currents in circuits with a large number of connections of overhead or cable lines can significantly exceed the estimates of short-circuit shock currents by the classical method. The high-frequency component of the short-circuit current of considerable amplitude also occurs when a short-circuit near reactive power compensation devices such as BSK. The paper estimates the degree of danger of the wave stage of emergency currents for the elements of electric power systems.

Keywords: short-circuit, shock current, wave stage, electrodynamic and thermal action.

Список использованной литературы

1. Ульянов С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. Учебник для электротехнических и энергетических ВУЗов и факультетов. – М.: Энергия, 1970.
2. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РАО «ЕЭС России» – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.
3. ГОСТ Р 52735-2007. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ – М.: Стандартинформ, 2007.

УДК 519.687.1

Бурдыко Т. Г., Бушмелева К. И.

ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

г. Сургут

В статье анализируется проблема качества программных средств, предлагается принципиально новый подход к его оценке, обосновываются качественные и количественные критерии.

Ключевые слова: программные средства, международный стандарт, оценка качества, информационная технология, оценка программного продукта, программное обеспечение, проблема качества образования.

Инновационные процессы в образовании стали сегодня основным путем решения задачи, касающейся качества обучения, и рассматриваются как неотъемлемая часть общественного развития, как главное требование времени, которое обращено к профессионалам системы образования.

Сегодня очевидна необходимость совершенствования учебного процесса, поиска более эффективных форм, методов, а также средств обучения, внедрения современных педагогических технологий, следовательно, и повышения качества образования.

Инновационные процессы в образовании рассматриваются в трех основных аспектах:

- социально-экономическом;
- психолого-педагогическом;
- организационно-управленческом [1].

Под инновациями в образовании понимается процесс совершенствования педагогических технологий, совокупности методов, приемов и средств обучения. Сейчас инновационная педагогическая деятельность является одним из важных компонентов образовательной деятельности любого учебного заведения. Именно инновационная деятельность не только создает основу для создания конкурентоспособности того или иного учреждения на рынке образовательных услуг, но и определяет направления профессионального роста педагога, его творческого поиска. Поэтому инновационная деятельность плотно связана с научно-методической деятельностью педагогов.

Другое системное понятие – инновационная деятельность – комплекс принимаемых мер по обеспечению инновационного процесса на том или ином уровне образования, а также сам процесс [2]. К основным функциям инновационной деятельности относятся изменения

компонентов педагогического процесса: смысла, целей, содержания образования, форм, методов, технологий, средств обучения, системы управления и т.п.

Исследования инновационных процессов в образовании выявили ряд основных теоретико-методологических проблем:

- управление инновациями;
- оценка качества инновационных средств обучения [3];
- отношение к инновациям разных субъектов образования;
- соотношение традиций и инноваций;
- содержание и этапы инновационного цикла.

В настоящем докладе говорится о проблеме в контексте качества программно-педагогических средств (ППС), применяемых при обучении в вузе. Считаю необходимым отметить, что за рубежом достаточно широко ЭВМ стали внедряться в образовательный процесс. Работы как теоретического и методологического плана, так и прикладные методические разработки того периода пронизаны так и не оправдавшейся эйфорией по поводу новых возможностей.

Однако и в настоящее время многие проблемы использования компьютеров в обучении так и не разрешены. Причины этого кроются, во-первых, в быстром росте технических возможностей вычислительной техники, во-вторых, в консервативности методических подходов к использованию компьютерных технологий, понимаемой нами как частный случай общей большей инерционности института образования в сравнении с технико-технологическими институтами общества, выразившейся в не разработанности ряда аспектов проектирования и использования в учебном процессе ППС, в частности методик оценки качества ППС.

Стремительный рост информационных технологий повлек за собой появление таких методов и средств обучения, как дистанционное образование, электронные учебники, системы компьютерного тестирования, автоматизированные обучающие системы, электронные энциклопедии и др. Использованию информационных технологий в учебном процессе посвящено достаточно много публикаций, научных исследований, разработок.

Основная задача направлена на изучение условий, при которых внедрение в учебный процесс информационных технологий будет дидактически эффективно и полезно.

С увеличением пользователей сети Интернет, возможностью использовать материалы мировых информационных ресурсов в учебном процессе не только в центральных областях с развитой инфраструктурой, но и в отдаленных регионах, где больших библиотек может не быть совсем, перед педагогом как школьным, так и вузовским, встает вопрос о выборе материалов для применения в учебном процессе. На сегодняшний день существует достаточно много обучающих программ психологически и дидактически отстраненных от предмета и субъекта обучения. Поэтому теоретическая разработка требований к качеству электронных обучающих программ продолжает оставаться одной из наиболее актуальных проблем информатизации и компьютеризации высшей школы. Современный рынок обучающих программ, сюда можно отнести и информационные сайты сети Интернет, представляет собой очень разношерстные продукты самого разного качества, уровня сложности и стоимости. Число разработок с каждым годом возрастает, ставя перед педагогом и студентом вопрос, что же выбрать, как выбрать и как применять то, что действительно необходимо для получения качественного профессионального образования.

Под качеством ППС будем понимать совокупность свойств, обуславливающих ее педагогическую полезность и дидактическую эффективность, при использовании в процессе обучения. Оно складывается из качества компонентов информационной технологии обучения: качества программной, предметной и методической сред. Ключевым моментом любой оценки, в том числе и педагогической, является выбор и обоснование адекватных критериев, характеристик и параметров.

При этом критерии должны удовлетворять следующим общенаучным требованиям:

- являться объективными;
- включать самые существенные, основные моменты исследуемого явления;
- охватывать типичные стороны явления;
- формулироваться коротко, ясно, точно;
- измерять именно то, что хочет проверить исследователь [4].

Различают два типа критериев – количественные и качественные. Количественные критерии – это критерии, которые оцениваются по интервальной шкале. Качественные критерии позволяют анализировать содержание педагогических процессов экспертными методами.

Количественные критерии часто используют для оценки результатов педагогической деятельности. Качественные критерии – это уровень знания учебного материала; уровень понимания учебного материала; уровень овладения учебным материалом; умение использовать усвоенное при решении практических задач; уровень овладения интеллектуальными навыками [4].

Комплексная оценка педагогического программного средства должна включать оценку не одной составляющей, а всех элементов и компонент информационной технологии обучения, где используется данное ППС. Эта оценка должна проводиться на основе разработанных и действующих в России государственных стандартов качества.

Оценку программной среды можно провести на основе ГОСТ 25195-89 «Оценка качества программных средств. Общие положения», где в качестве факторов рассматриваем: надежность, сопровождаемость, удобство применения, эффективность программного обеспечения, универсальность корректность.

Оценку предметной информационно-коммуникационной области на основе ГОСТ 28806-90 «Качество программных средств. Термины и определения», где в качестве факторов используем: функциональность или функциональные возможности, эргономичность, дидактическую эффективность, удобство использования, сопровождаемость, мобильность. Применением положений обоих государственных стандартов качества обеспечивается гармонизация требований этих стандартов и их применимость.

В заключении можно отметить, что новые технологии и методики в обучении – это одно из проявлений огромного потенциала инновационных процессов. Грамотное и продуманное их осуществление способствует углублению в современном математическом образовании позитивных изменений. Поэтому внедрение как ППС, так и других инноваций в практику всегда должно предполагать подготовительный этап, включающий в себя моделирование, экспертные оценки, экспериментальную проверку, дальнейшую доработку и их соотношение с последними мировыми достижениями в соответствующей области образования.

Burdyko T. G., Bushmeleva K. I.

PROBLEM OF QUALITY OF TRAINING SOFTWARE

Surgut

The article analyzes the problem of software quality, proposes a fundamentally new approach to its evaluation, substantiates qualitative and quantitative criteria.

Keywords: software tools, international standard, quality assessment, information technology, software product evaluation, software, quality education problem.

Список использованной литературы

1. Баранюк В. В., Тютюнников Н. Н. Оценка качества электронных словарей и энциклопедий // Программная инженерия. – 2012. – № 8. – С. 29–37.
2. Гличев А. В., Панов В. П., Азгальдов Г. Г. Что такое качество? – М.: Экономика, 1968. 135 с.
3. Липаев В. В. Проблемы обеспечения качества сложных программных средств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://quality.eur.ru/MATERIALY4/poksp.htm>.
4. Педагогический эксперимент – основной метод педагогических исследований. Организация и проведение педагогического эксперимента в учебных заведениях / Под ред. чл.-корр. АПН СССР, проф. А. П. Беляевой. – СПб.: НИИ профтехобразования, 1992.

УДК 004.4

Вирстюк А. Ю.

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН

г. Сургут

В статье рассмотрены основные показатели работы нагнетательных скважин, этапы создания адаптационной геолого-промысловой модели анализа эффективности работы нагнетательных скважин с помощью регрессионного анализа и компонентного анализа.

Ключевые слова: эффективность, нагнетательная скважина, регрессия.

Работа добывающих и нагнетательных скважин может нарушаться по различным причинам, приводящим либо к полному прекращению работы скважины, либо к существенному уменьшению ее дебита, приемистости и ухудшению других показателей разработки. Эти причины могут быть связаны как с геолого-физическими условиями работы, так и с технологическими.

В настоящее время во многих научных работах при оценке эффективности работы месторождений анализируются исключительно добывающие скважины и их дебит, но не стоит забывать о существовании нагнетательных скважин, от работы которых зависит обводненность продукции, степень заводнения участков и т.д., да, и весь процесс нефтедобычи.

Постоянный мониторинг состояния работы нагнетательных скважин и своевременное принятие решений по вопросам их дальнейшей эксплуатации является очень важной задачей. С целью определения результатов работы этих скважин необходимо ввести комплексный показатель эффективности, зависящий от геолого-физических и технологических показателей работы.

В соответствии с эксплуатационной карточкой работа нагнетательной скважины зависит от следующих показателей:

- приемистость скважины, в том числе и среднесуточная за месяц;
- давление нагнетания воды (или другого агента), в том числе и среднее за месяц;
- число часов работы и простоя;
- объем закачиваемой жидкости;
- профиль приемистости [2];
- коэффициент охвата пласта заводнением.

Дополнительными характеристиками нагнетательных скважин являются накопленные объемы закачки, жидкости, пространственное распределение объемов закачки по пластам [1] и т.п. Количество этих параметров может быть существенно расширено.

Таким образом, если считать за зависимую переменную Y комплексный коэффициент эффективности работы нагнетательной скважины, а X_i – показатели разработки, упомянутые выше, то можно получить уравнение линейной множественной регрессии, в которой предикторы (факторы) X_i оказывают совместное влияние на зависимую переменную. Уравнение линейной множественной регрессии определяется формулой (1) при регрессионных коэффициентах b_i .

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m. \quad (1)$$

Необходимо учитывать ещё и то, что связи между показателями работы очень тесные (связь характеризуется высокой корреляцией). Поэтому целесообразно применять методы многомерной статистики для анализа взаимосвязанных переменных. И, учитывая наличие большого количества показателей, характеризующих работу нагнетательных скважин, одним из свойств этих методов должно быть снижение размерности признаков пространства. В настоящее время проблеме снижения размерности при моделировании процессов в различных областях посвящено множество работ [3–5].

Одним из методов снижения размерности является компонентный анализ, так как он представляет собой многомерный статистический метод, применяемый для изучения взаимосвязей между значениями количественных переменных. Задача компонентного анализа состоит в преобразовании исходной системы взаимосвязанных переменных в новую систему некоррелированных обобщенных показателей или ортогональных показателей. Новые некоррелированные показатели называются компонентами.

Разрабатываемую систему поддержки принятия решений при анализе эффективности работы нагнетательных скважин можно представить с помощью модели «черного ящика», в которой в качестве входных параметров будут выступать геолого-физические и технологические характеристики работы нагнетательных скважин (G_i и T_i соответственно), а в качестве выходных параметров – уравнение регрессии и соответствующее значение эффективности работы скважин (рис. 1).



Рис. 1. Представление системы в виде «черного ящика»

Несмотря на то, что все нагнетательные скважины обладают сходными условиями эксплуатации, каждая из них имеет свои особенности, а, соответственно, зависимость эффективности их работы от показателей разработки может быть различной. В силу этого, появляется необходимость в создании адаптационной геолого-промысловой модели (АГПМ), которая могла бы изменяться в зависимости от особенностей каждой скважины.

При создании адаптационной геолого-промысловой модели для прогнозирования эффективности работы нагнетательных и нефтяных скважин можно выделить следующие этапы:

1. Определить список показателей, характеризующих процесс разработки рассматриваемого объекта, а также оказывающих влияние на эффективность его работы. Выделенные показатели считать входными (исходными) параметрами модели: $\{G_i ; T_i\}$, $i \in [1, N]$, где N – количество выделенных показателей.

2. Снизить размерность признакового пространства (с помощью метода главных компонент) путем исключения зависимых показателей из п.1 и получить список параметров Z_j , $j \in [1, m]$, где $m \subset N$.

3. На основании комплекса показателей из п.2 выделить возможные группы объектов (в данном случае, нагнетательных скважин), то есть осуществить классификацию исходной выборки объектов на основании кластерного анализа.

4. Для каждой классификационной группы определить свой тип адаптационной геолого-промысловой модели.

5. Для каждой скважины выбрать соответствующий ей тип АГПМ и произвести прогнозирование эффективности работы. Оценить точность и погрешность полученного результата.

Таким образом, создание адаптационной геолого-промысловой модели анализа эффективности работы нагнетательных скважин и системы поддержки принятия решений на её основе позволит осуществлять постоянное наблюдение за состоянием работы скважин данного типа и улучшить процесс нефтедобычи.

Virstuck, A. Yu.

A MODEL FOR PREDICTING THE EFFICIENCY OF INJECTION WELLS

Surgut

The authors consider the optimized design of the grounding devices of the substations for different regions of the Russian Federation, if the necessary requirements of the electrical safety conditions have been met.

Keywords: the corrosion currents, the grounding device, substation.

Список использованной литературы

1. Вирстюк А. Ю. Пространственное распределение объемов закачки по пластам // Север России: стратегии и перспективы развития: материалы III Всерос. науч-практич. конф. 2017. С. 169 -171.

2. Вирстюк А. Ю. Разработка модуля по контролю нагнетательных скважин с неравномерным профилем приемистости // Север России: стратегии и перспективы развития: материалы II Всерос. науч-практич. конф. 2016. С. 140-142.

3. Микшина В. С. Григоренко В. В., Павлов С. И., Повидиш О. Б. Применение деревьев решений для выбора способа кардиоплегии при аортокоронарном шунтировании // Вестник новых медицинских технологий. 2017. №2.

4. Павлов С. И. Добрынина О. Д. Мещеряков В. В. Микшина В. С. Прогнозирование риска формирования бронхиальной астмы у детей в возрасте 5-ти лет и младше // Журнал «Медицина». 2017. №3. С.23-37.

5. Павлов С. И. Микшина В. С. Использование логистической регрессии при выборе способа кардиоплегии // Вестн. Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. 2017. № 39. С. 49-56.

УДК 532.217.3

Ганиев М. И.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ УРОВНЕМЕРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

г. Сургут

В статье рассматриваются магнитострикционные уровнемеры нефтепродуктов. Сравнение производится на основе рассмотрения сложности исполнения звукопровода и погрешности измерения уровня. Обсуждаются проблемы, связанные с обеспечением длительного времени автономной работы при изменении в широких пределах температуры внешней среды. Описываются особенности принципа действия магнитострикционного уровнемера с автономными модулями сенсоров. Комментируются возможности их модернизации для улучшения параметров.

Ключевые слова: уровень, магнитострикция, нефтепродукт, погрешность измерения.

Оперативность, эффективность, экономичность и безопасность технологических процессов во многом определяется надежностью и метрологическими характеристиками измерительных систем, которые следят за состоянием оборудования и ходом процессов. Важной задачей современных производств являются измерение и контроль уровня технологических продуктов, что актуально для химической, нефтегазоперерабатывающей, пищевой промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, систем экологического мониторинга и других отраслей.

Под измерением уровня понимается индикация положения раздела двух сред различной плотности относительно какой-либо горизонтальной плоскости, принятой за начало отсчета. По результатам измерения уровня может быть вычислено объемное количество сыпучего или жидкого вещества, содержащегося в резервуарах (баках, цистернах и т.п.). Для этого используют либо мерные емкости постоянного (по высоте) поперечного сечения (например, мерные баки объемных расходомерных установок), либо специальные тарифовочные таблицы, ставящие в соответствие каждому текущему значению уровня значение объема продукта.

Уровнемер, как и другие средства измерения, состоит из совокупности измерительных преобразователей и вспомогательных устройств, необходимых для осуществления процесса измерений (например, устройств для линеаризации функций преобразования, отсчетных устройств и т.д.).

Первичный преобразователь (датчик) воспринимает измеряемую величину – уровень – и преобразует ее в выходной сигнал (электрический, пневматический, частотный), поступающий на последующие преобразователи, отсчитываемые по шкале уровнемера.

Разнообразие уровнемеров определяется принципом действия, видами и параметрами измеряемых сред, диапазоном измеряемых уровней, первичным параметром уровнемера и способом связи с пунктом сбора информации. По первичному параметру уровнемеры разделяются на устройства, измеряющие расстояние от дна резервуара до поверхности жидкости, и уровнемеры, измеряющие расстояние от поверхности жидкости до крыши резервуара. По характеру связи с пунктом сбора информации уровнемеры разделяются на проводные и беспроводные (автономные).

В статье рассматриваются уровнемеры для светлых нефтепродуктов. В зависимости от того, различие каких физических свойств веществ воспринимает первичный преобразователь, уровнемеры подразделяют на следующие виды (рис. 1) [1].

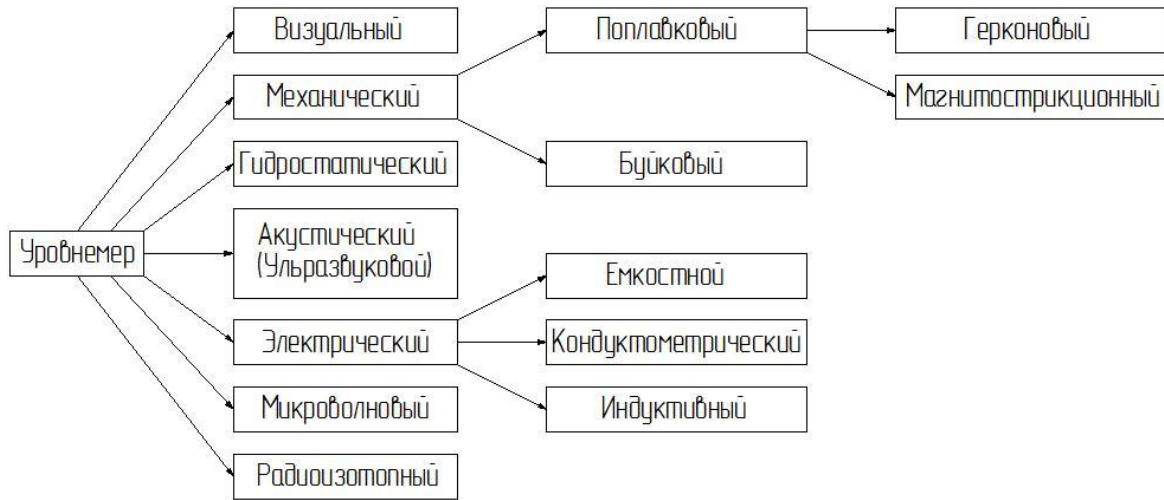


Рис. 1. Виды уровнемеров

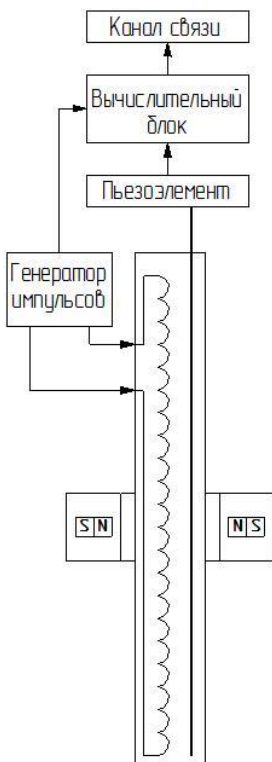


Рис. 2.
Уровнемер [2]

Все магнитострикционные уровнемеры в своей конструкции имеют звукопровод, поплавков с постоянным магнитом, генератор импульсов и вычислительный блок. Измерение уровня происходит на основе магнитострикционного эффекта.

Магнитострикция (от лат. strictio – сжатие, натягивание) – явление, заключающееся в том, что при изменении состояния намагниченности тела его объем и линейные размеры изменяются.

Магнитострикционный уровнемер изготавливают с одним или несколькими поплавками. На рис. 2 приведена схема магнитострикционного уровнемера [2].

Магнитопровод размещен в направляющем зонде, по всей длине которого намотана катушка индуктивности. Вдоль зонда может перемещаться поплавок, который снабжен постоянным магнитом. Генератор импульсов периодически подает импульсы тока на катушку индуктивности и в вычислительный блок. Под действием магнитных полей тока и магнита в магнитострикционном проводе возникают импульсы продольной деформации, распространяющиеся от места возникновения вверх и вниз. Снизу они полностью гасятся, а на верхнем конце провода принимаются преобразователем продольной деформации (пьезоэлементом) и преобразуются в электрический сигнал. Вычислительный блок измеряет временной интервал между подачей импульсов в катушку индуктивности и их появлением на выходе пьезоэлемента и пересчитывает его в уровень, величина которого кодируется и передается по каналу связи.

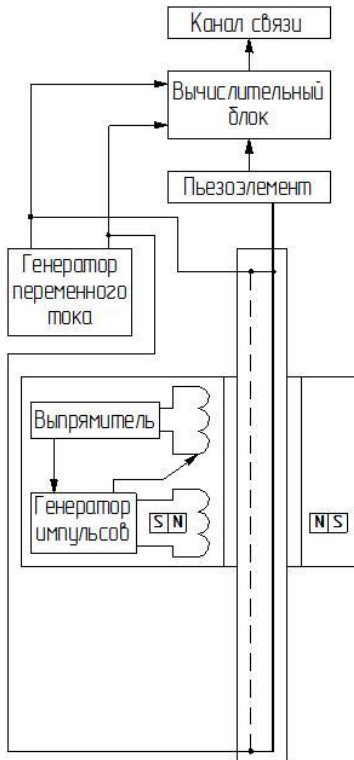


Рис. 3.
Уровеньмер [3]

Недостатками этого магнитоотриксционного уровнемера являются измерение расстояния от верхней крышки емкости (которая может подвергаться деформации от температуры, избыточного давления и т.д.) до поплавка, а не расстояния от поплавка до днища емкости; сложность чувствительного элемента (особенно при его большой длине) из-за необходимости размещения обмотки по всей его длине; большая амплитуда импульсов, что затрудняет обеспечение условий искробезопасности.

Другая схема магнитоотриксционного уровнемера [3] приведена на рис. 3.

Генератор переменного тока питает замкнутую цепь, которая образуется благодаря соединению проводящего элемента и магнитопровода. Поплавок помимо постоянного магнита имеет в своей конструкции выпрямитель с тороидальным трансформатором и генератор импульсов с катушкой возбуждения. Протекающий по замкнутой цепи ток поступает на выпрямитель, который питает генератор импульсов. Генератор импульсов одновременно создает на катушке возбуждения импульсы электрического тока и подает электрический импульс отсчета на обмотку тороидального трансформатора. Электрический импульс отсчета улавливается вычислительным блоком. При взаимодействии импульсного (катушка возбуждения) и постоянного (магнит) магнитных полей в точке расположения поплавка образуются ультразвуковые колебания, распространяющиеся по магнитопроводу.

Ультразвуковые колебания преобразуются пьезоэлементом в электрические сигналы, которые поступают в вычислительный блок. Вычислительный блок обрабатывает полученные данные и на основе их передает по каналу связи информацию об уровне жидкости.

Недостатками этого магнитоотриксционного уровнемера являются измерение расстояния от верхней крышки емкости до поплавка, а не расстояния от поплавка до днища емкости; питание генератора импульсов осуществляется за счет генератора переменного тока, что затрудняет обеспечение условий искробезопасности [3].

Известен магнитоотриксционный уровнемер [4] который лишен отмеченных выше недостатков. Измерение расстояния производится от поплавка до днища емкости. Катушка индуктивности не намотана по всей длине магнитопровода, а размещена локально в поплавке, кроме этого поплавок имеет встроенный блок питания для питания схемы формирования импульсов.

Поплавок состоит из схемы формирования импульсов, катушки возбуждения, блока питания, постоянного магнита и датчиков (температуры, плотности и др.). Такая конструкция поплавка делает его автономным и независимым от вычислительного блока и называть его просто поплавком было бы неправильно, так как он представляет собой отдельный измерительный модуль, оснащенный сенсорами, поэтому наиболее подходящим названием будет автономный модуль сенсоров (АМС).

Схема формирования импульсов АМС 1, большую часть времени находится в режиме малого энергопотребления, и только изредка активизируется, считывая данные с датчика температуры и формируя кодированную последовательность импульсов на катушке

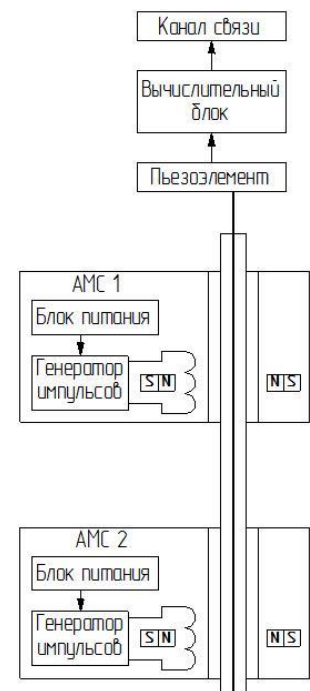


Рис. 4.
Уровеньмер [4]

индуктивности. За счет взаимодействия магнитных полей катушки индуктивности и магнита в магнитопроводе образуются ультразвуковые колебания, распространяющиеся вверх и вниз. Звуковые колебания, распространяющиеся вниз, отражаются от нижнего конца магнитопровода и идут вверх. Измеренные сенсорами параметры кодируют импульсную последовательность (допустим изменяют период следования импульсов). Прямой и отраженный сигналы принимаются пьезоприемником. Аналогична работа второго «Якорного» АМС 2.

Вычислительный блок выделяет группы импульсов от каждого из АМС, измеряя временные интервалы между этими импульсами.

Уровень жидкости вычисляется в соответствии с соотношением:

$$h = h_n + h_1 - h_2 + h_3,$$

где h – расстояние от поверхности жидкости до днища ёмкости;

h_n – расстояние от поверхности жидкости до отсчетной точки измерительного поплавка;

h_1 – расстояние от отсчетной точки измерительного поплавка до нижнего конца звукопровода;

h_2 – расстояние от отсчетной точки измерительной системы «Якоря» до нижнего конца звукопровода;

h_3 – расстояние от отсчетной точки измерительной системы «Якоря» до днища ёмкости.

Величины h_n и h_3 измеряются с высокой точностью и вводятся в память измерителя при его размещении в резервуаре и калибровке, а h_1 и h_2 вычисляются, исходя из измеренных блоком измерения временных интервалов:

$$h_1 = \frac{t_{h1} V_{зв}}{2},$$

где t_{h1} – время прохождения ультразвука от отсчетной точки измерительного АМС поплавка до нижнего конца звукопровода;

$V_{зв}$ – скорость распространения ультразвука в звукопроводе;

$$h_2 = \frac{t_{h2} V_{зв}}{2},$$

где t_{h2} – время прохождения ультразвука от отсчетной точки измерительного АМС «Якоря» до нижнего конца звукопровода.

Смещение по вертикали нижнего конца магнитопровода вследствие деформаций крыши резервуара и изменения температуры не вносит ошибок в измерение уровня жидкости, так как данная погрешность компенсируется при вычитании задержек t_{h1} и t_{h2} .

При наличии многофракционной жидкости могут быть использованы дополнительные АМС для измерения уровня границ раздела фракций.

Недостатком уровнемера [4] является несинхронность принимаемых от каждого поплавка импульсов, которые периодически накладываются друг на друга, что может приводить к увеличению времени первоначального вхождения вычислительного блока в работу (поиск поплавков) или к увеличению погрешности измерения временных интервалов. Для устранения этого недостатка необходимо синхронизировать работу всех АМС. Возможны различные варианты реализации этого.

Экспериментально проверена возможность синхронизации моментов формирования импульсных последовательностей АМС путем пропускания через звукопровод короткого импульса тока, который принимался размещенной в АМС приемной катушкой, поступал на компаратор, на выходе которого формировался пусковой импульс для запуска генератора импульсов.

Модификация магнитоотрижонного уровнемера [4] с автономными модулями сенсоров, обеспечивая измерение уровня от дна резервуара до поверхности жидкости, позво-

ляет осуществить синхронность формирования ультразвуковых импульсных последовательностей, что исключает возрастание погрешности измерения временных интервалов и ведет к увеличению стабильности работы.

Ganiev M. I.

USING MAGNETOSTRICTIVE LEVEL GAUGES FOR MEASURING THE LEVEL OF PETROLEUM PRODUCTS

Surgut

The article deals with magnetostrictive level gauges of petroleum products. Comparison is made on the basis of consideration of complexity of performance of a sound pipeline and an error of measurement of level. The problems related to the provision of long-term Autonomous operation when changing the ambient temperature in a wide range are discussed. The features of the magnetostrictive level transmitter operating principle with Autonomous sensor modules are described. Commented on the possibility of their modernization to improve the parameters.

Keywords: level, magnetostriction, petroleum products, measurement error.

Список использованной литературы

1. Вильнина А.В. Современные методы и средства измерения уровня в химической промышленности. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 84 с.
2. Патент РФ № 2222786, кл. G01F 23/28, 2004.
3. Патент РФ № 2463566, кл. G01F 23/28, 2012.
4. Патент РФ № 2518470 на изобретение, G01F 23/28, 2014.

УДК 004.451

Давлетов Р. Р., Семенов О. Ю.

ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В SCADA – СИСТЕМЕ С НИЖНИМ УРОВНЕМ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

г. Сургут

Для организации взаимодействия SCADA – системы с нижним уровнем в АСУ ТП реализована подсистема сетевого обмена данных, которая в свою очередь включает аппаратно–программный интерфейс организации связи и механизм передачи данных с помощью OPC–технологий. В статье рассмотрены особенности коммуникации в промышленных сетях, проанализированы каналы связи – локальная сеть, последовательные интерфейсы RS – 232/RS – 485/RS – 422, радиоканал [3]. Изучены протоколы для работы в промышленной сети, наиболее популярные из которых M-Link, Modbus, SuitLink(NetDDE).

Ключевые слова: АСУ ТП, SCADA – система, интерфейс, протокол передачи данных, OPC – сервер.

Введение.

Объект исследования – способ передачи данных с устройств нижнего уровня в АСУ ТП до рабочей станции оператора. Актуальность данной проблемы состоит в том, что, современные SCADA – системы, которые не ограничиваются в выборе контроллеров, для обработки и передачи параметров с датчиков в технологическом процессе предоставляют большой набор драйверов или серверов ввода/вывода и имеют хорошо развитые средства создания собственных программных модулей или драйверов новых устройств нижнего уровня. Поиски лучших решений в данной области будут постоянно продолжаться, так как технический прогресс оборудования не стоит на месте, усложняется не только сама электроника, но и сам процесс передачи информации. Это обоснованно экономически – легче протянуть одну линию, соединяющую между собой все узлы, чем от каждого узла, что показано автором в работе [7].

Для решения данной проблемы и были разработаны три основных подхода подсоединения драйверов ввода/вывода к SCADA – системе в современном проектировании:

- протокол, ставший стандартом, который в настоящее время уже устаревает, динамический обмен данными (DDE);
- собственные протоколы, связанные со SCADA-системами, которые обеспечивают высокий скоростной обмен данными;
- новый OPC-протокол, с одной стороны, являющийся стандартным и поддерживаемым многими SCADA – системами и не имеет недостатков протоколов DDE [1].

Целью данной статьи является ознакомление с архитектурой построения связи от нижнего до верхнего уровня, построения сети ввода – вывода данных, способами передачи информации с датчиков и исполнительных устройств до монитора оператора, каналами связи технологического процесса.

1. Организация передачи данных по сетям связи.

В систему автоматизированного управления, для реализации этих механизмов разрабатываются и внедряются свои каналы связи. В соответствии модели ISO канальному уровню относятся последовательный интерфейс RS – 232(RS – 422/RS – 485) реализованный через COM – порт, физическая среда передаче может быть, как радиосвязь, так и линейная. Под линейной средой передачи подразумевается локальная и проводная сети. Организация передачи данных между узлами связи в SCADA – системе производится по протоколам прикладного уровня Modbus от компании Modicon (в данное время принадлежит Schneider Electric) [5] и собственный протокол от компании AdAstra Research Group, Ltd, для своего программного обеспечения SCADA TRACE MODE, M-LINK [4]. Принцип работы этих коммуникационных протоколов, основан на архитектуре ведущий – ведомый (master – slave). Рабочая станция со статусом «master» является активной, которая посылает команды управления и запросы на передачу информации, двух типов: на передачу данных и на изменение данных. Запрашиваемое устройство со статусом «slave» принимает посланные ему команды и передаёт данные. Как правило в одной сети только одно устройство со статусом «master» и несколько ведомых устройств, отвечающие на запросы ведущего устройства.

1.1. Собственный протокол от производителя M-Link.

Можно создавать сетевые комплексы на базе последовательного интерфейса RS-485, использующий протокол M-Link российской компанией AdAstra Research Group, Ltd, в рамках своей собственной системы TRACE MODE. Такие комплексы могут включать в себя до 128 узлов: контроллеров и операторских станций. Связь при этом может осуществляться по нескольким последовательным портам. Структура M-Link отличается от более популярного Modbus, но принцип работы у них одинаковый.

Структура запроса (HOST). Длина запроса составляет всегда 14 байт. Формат запроса: **01234567890123**

@FAannqttttS*,

где F – код операции (в ответе этот байт равен операции логического сложения кода операции с числом 8); A – адрес узла; a – атрибут канала; nn – номер канала; qq – число запрашиваемых каналов; tttt – значение или время (зависит от кода операции); S – контрольная сумма по исключаяющему ИЛИ (XOR), начиная с 1 байта (т.е. @ не входит) по 11 байт включительно [1].

1.2. Протокол Modbus.

В настоящее время MODBUS поддерживает и развивает организация MODBUS-IDA, которая представляет собой группу независимых потребителей и поставщиков устройств автоматизации. Она обеспечивает открытость данного протокола и разрабатывает готовые компоненты для упрощения реализации. MODBUS будем рассматривать таким, каким он существует в настоящее время в стандартах MODBUS-IDA. Одна из реализаций протокола - MODBUS TCP / IP вошла в стандарты МЭК IEC 61158-5-15, IEC 61158-6-15 и IEC 61784-2 как 15-й тип. Целесообразно рассматривать его в контексте модели OSI, а не МЭК, учитывая особенности реализации сетей, базирующихся на MODBUS, и описания его в МЭК только на прикладном уровне.

MODBUS является протоколом прикладного уровня, согласно стандартам MODBUS-IDA, для связи типа Клиент – Сервер между прикладными процессами устройств, которые подключены к различным типам шин или сетей. В контексте OSI-модели, эти сети имеют архитектуру, показанную на рис. 1

Главным достоинством этого протокола является его открытость и массовость, другими словами практически все производители промышленных систем контроля и управления имеют программные драйверы для работы с MODBUS – сетями. Также есть и недостатки такие как:

- передача только двух типов (далее производитель оборудования действует по своему усмотрению);
- стандарт не регламентирует начальную инициализацию системы – сетевые адреса и прописывание параметров делается вручную отдельно для каждого устройства на этапе программирования и адресации;
- не предусмотрена передача сообщений по инициативе подчинённого устройства (прерываний), ведущее устройство должно периодически опрашивать ведомые;
- длина запроса ограничена, а данные могут быть запрошены только из последовательно расположенных регистров;
- подчиненное устройство не может само обнаружить потерю связи с сервером [6].

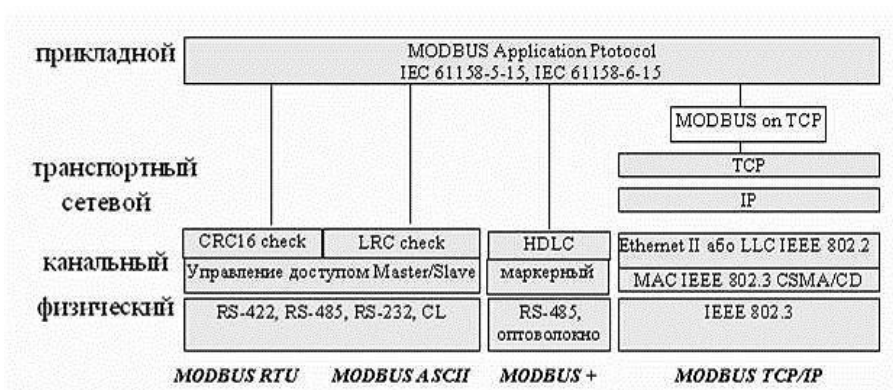


Рис. 1. Modbus в контексте OSI – модели

2. Обмен данными через механизмы OPC.

Одним из самых перспективных стандартов обмена данными между приложениями WINDOWS при создании систем управления является механизм OPC. OPC (OLE for Process

Control) – стандартизованные интерфейсы для Microsoft технологии COM, предназначенные для применения в области автоматизации управления технологическими процессами. Стандарт OPC разработан международным фондом OPC Foundation, который был создан фирмами Fisher-Rosemount, Intellution, Intuitive Technology, Opto22, Rockwell и Siemens в 1995 г. В 1996 г. появилась первая версия спецификации OPC.

OPC в настоящее время является стандартом, который признан разработчиками, системными интеграторами и пользователями АСУ ТП. Сегодня практически все производители программного и аппаратного обеспечения АСУ ТП разрабатывают продукты, соответствующие этому стандарту [2].

3. Технология DDE.

OPC серверы, за последние несколько лет, полностью вытеснили DDE (Dynamic Data Exchange) серверы и специализированные драйверы для аппаратных средств автоматизации. DDE – протокол, время появления которого 1989-1991 гг., очень медленный способ динамического обмена данными между Windows приложениями. Однако стандарты динамического обмена данными в настоящее время используется компанией Wonderware, реализующая данный стандарт в своей SCADA – системе InTouch.

В InTouch поддерживается пакетированный DDE – обмен – FastDDE. Применение последнего заметно повышает эффективность и производительность обмена данными благодаря уменьшению общего количества DDE-пакетов, которыми клиент и сервер обмениваются между собой. Но принципиальные недостатки, связанные с надежностью и зависимостью от количества загруженных в текущий момент приложений Windows, остались. Необходимость в появлении более совершенного технологичного протокола созрела. С целью расширения возможностей стандартного протокола DDE на локальную сеть компания Wonderware предложила протокол NetDDE. Он позволяет приложениям, запущенным на объединенных в локальную сеть компьютерах, вести DDE-обмен. Для реализации функций OPC-клиента Wonderware предлагает OPCLink-сервер, преобразующий OPC в SuiteLink-протокол. Параметры производительности протокола SuiteLink превосходят параметры DCOM. OPCLink-сервер обеспечивает прием информации с OPC-сервера и передачу ее по протоколу SuiteLink в SCADA-систему InTouch и наоборот. Именно OPCLink-сервер рекомендуется устанавливать на одном узле с OPC-сервером, чтобы для сетевых передач использовался SuiteLink-протокол, а не DCOM.

Заключение.

В статье были рассмотрены основные методы передачи данных с контроллера до сервера, а также показаны технологии SCADA – системы. Были приведены ключевые моменты организации связи подсистемы ввода – вывода данных, основные протоколы, которые используют производители в своих системах и описаны их недостатки. Более детальное изучение, анализ выбранных решений построения сетей связи ввода – вывода, а также выбор наилучших как с точки зрения технических, так и экономических показателей - это будущая тема для дальнейших исследований.

Davletov R. R., Semenov O. Yu.

COMMUNICATION DATA TRANSFER IN SCADA – SYSTEM WITH THE LOWER LEVEL OF THE AUTOMATED THE CONTROL SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESS

Surgut

For the organization of SCADA – system interaction with the lower level, the network data exchange subsystem is implemented in the APCS, which in turn includes the hardware and software interface of the communication organization and the mechanism of data transfer using OPC technologies. The article deals with the peculiarities of communication in industrial networks, analyzed communication channels – local network, serial interfaces RS – 232/RS – 485/RS – 422, radio channel [3]. Investigated protocols to work in industrial networks, the most popular being M-Link, Modbus, SuitLink(NetDDE).

Key words: industrial control system, SCADA system, interface, transmission Protocol, and an OPC server.

Список использованной литературы

1. Андреев Е. Б., Куцевич Н. А., Синенко О. В. SCADA-системы: взгляд изнутри. Издательство: РТСофт, 2004. – 173с.;
2. Давыдов В. Г. SCADA - системы в управлении. Введение (SCADA - система GeniDAQ). Издательство: Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет, 2010г. - 247с.;
3. Пьявченко Т. А. Проектирование АСУ ТП в SCADA - системе: Учебное пособие. - Таганрог: Издательство Технологического института ЮФУ, 2007. – 84 с.;
4. Официальный сайт AdAstrA Research Group, Ltd. URL: <http://www.adastra.ru> (дата обращения: 22.10.2017);
5. Протокол Modbus. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Modbus> (дата обращения: 22.10.2017);
6. Характеристика протоколов M-LINK и Modbus. URL: <https://studopedia.org/12-11907.html> (дата обращения: 22.10.2017);
7. Статья от автора К. Кругляк, «Промышленные сети: цели и средства». URL: <http://www.cta.ru/cms/f/340834.pdf> (дата обращения: 22.10.2017).

УДК 53.07

Ельников А. В., Шадрин Г. А., Кочеров С. А.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ФОТОННОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВИДЕОФАЙЛОВ

г. Сургут

В статье рассмотрен вопрос создания автоматизированного анализатора мутных сред. Анализ среды основывается на модифицированном методе динамического рассеяния света. В статье представлена методика эксперимента, а также скриншоты из программы-обработчика данных.

Ключевые слова: спектроскопия, корреляционный анализ, обработка видеофайлов, программирование.

Введение

Фотонная корреляционная спектроскопия – это сравнительно новая и быстро развивающаяся область физики. Она соприкасается с областями знаний: физикой, биологией, химией, техникой. На всех этапах своей эволюции человечество взаимодействует с окружающей средой. Водная оболочка, воздушная оболочка и недра Земли в настоящее время подвержены усиливающемуся негативному воздействию со стороны человека. Самым глобальным и значимым является выброс в окружающую среду веществ, не естественного происхождения. Ярким примером таких загрязнений являются - газообразные и аэрозольные отходы промышленного производства. В результате деятельности многих предприятий возникают отходы в виде мелких твердых или жидких частиц, оказывающих потенциальную опасность для человека.

Данная работа актуальна в области охраны труда и безопасности жизнедеятельности человека. Возникают ситуации, когда возникает необходимость в реальном времени фиксировать процессы зарождения пылевого облака и динамику его изменения во времени в конечном пространстве. Требование своевременного и быстрого контроля уровня засоренности не позволяет применять известные методы определения размеров микрочастиц посредством отбора проб и лабораторного анализа.

Данная статья посвящена созданию автоматизированного экспресс-анализатора (работа которого основана на модифицированном методе динамического рассеяния света) оценки динамики запыленности атмосферы жидкими и твердыми микрочастицами, способном провести анализ в заданном месте без влияния на измеряемый объект в любой момент времени.

Методика эксперимента

Способ нахождения размеров частиц заключается в измерении и дальнейшем анализе осцилляций во времени, яркости (интенсивности) рассеиваемого излучения на микрочастицах. Из-за случайного движения растворенных, в другом веществе, микрочастиц, вызываемого неуравновешенными колебаниями молекул вещества, внутри которого растворены микрочастицы, яркость рассеиваемого излучения колеблется вокруг своего среднестатистического значения яркости.

При прохождении сфокусированного луча через такую среду, будет происходить частичное рассеивание излучения на молекулах, растворенных в среде. Осцилляции яркости, частично рассеиваемого, излучения будут соответствовать осцилляциям локального сосредоточения растворенных в веществе микрочастиц. Информация о скорости движения диффундирующих частиц в веществе (коэффициенте диффузии частиц) связана корреляционной зависимостью с флуктуациями яркости излучения [1].

Автокорреляционная функция (или АКФ), в своем классическом представлении, выглядит следующим образом:

$$G(\tau) = \langle I(0) * I(t - \tau) \rangle = \lim_{t_m \rightarrow \infty} \frac{1}{t_m} \int_0^{t_m} I(t) * I(t - \tau) dt \quad (1)$$

где яркость (или интенсивность излучения) I принимает не одинаковое значение в моментах t и $(t-\tau)$. t_m - время в течении которого АКФ изменяет свое значение.

Можно утверждать, что в подобной среде АКФ яркости излучения рассеиваемого света снижается, с течением времени, по экспоненциальному закону и время перехода среды в равновесное состояние однозначно зависит от D . Функция корреляции яркости рассеиваемого излучения (для случая квадратичного детектирования) имеет вид:

$$G(\tau) = a * \exp\left(\frac{-2*\tau}{\tau_c}\right) + b \quad (2)$$

$$\frac{1}{\tau_c} = D_t * q^2 \quad (3)$$

Волновой вектор флуктуаций концентрации описывается выражением:

$$q = \frac{4*\pi*n}{\lambda} * \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (4)$$

В формулах 2-4: a и b - эмпирические числа, n - отношение фазовых скоростей света в вакууме и в веществе, в котором распределены частицы, λ - длина волны лазерного излучения и θ - угол рассеивания света.

В лабораторных условиях был создан стенд, на котором проводятся серии экспериментов с рассеянием лазерного излучения на частицах коллоидных растворов. Коллоидный раствор находится в прозрачной кювете, через которую проходит лазерный луч. Структурная схема стенда представлена на рисунке 1.

Новизна метода заключается в том, что вместо стандартного оборудования (спектрофотометры), в качестве детектора рассеянного света и используется видеокамера. Компьютерная обработка видеофайла позволяет определить параметры рассеяния света на частицах, и параметры частиц.

Помещение, в котором проводится эксперимент, должно быть без посторонних источников света (единственный источник света - это лазер), чтобы камера детектировала только рассеяние лазерного света. Съемка кюветы ведется под углом 90 градусов к оси распространения лазерного луча.

Состав оборудования

Все эксперименты проводятся в лаборатории оптики Сургу, на специально организованном стенде. Стенд (рисунок 2) состоит из следующих частей:

- Лазер – в данной работе используется гелий-неоновый лазер. Он имеет рабочую длину волны 632,8 нм, расположенную в красной части видимого спектра;
- Камера – нужна цифровая камера высокого разрешения, чем выше качество съемки, тем точнее результаты измерения;
- Химические вспомогательные средства – прозрачные кюветы в которых будут находиться растворы, а также растворы с заранее известными характеристиками для проверки результатов работы.

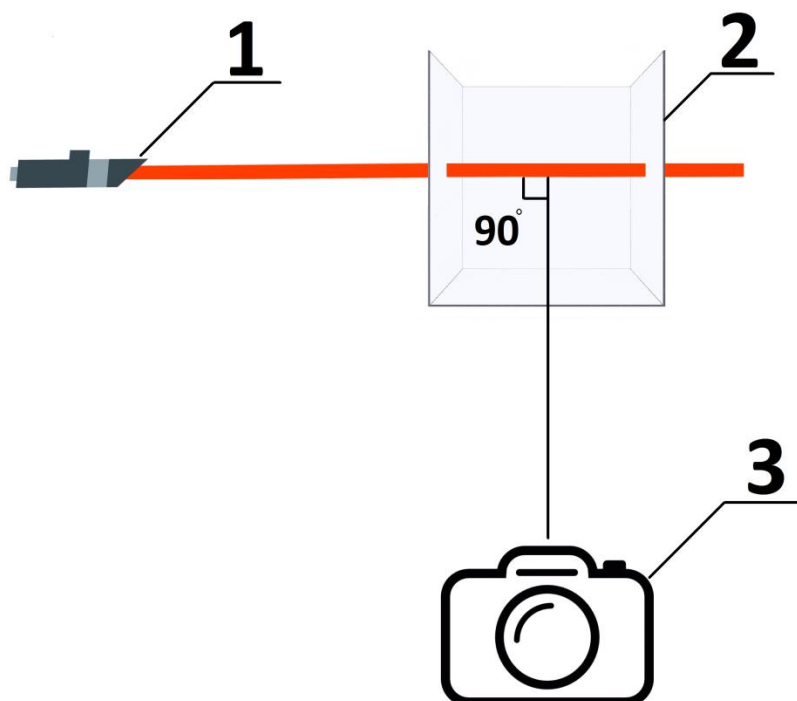


Рис. 1. Структурная схема стенда:
1– лазер; 2 – кювета с коллоидным раствором; 3 – цифровая камера

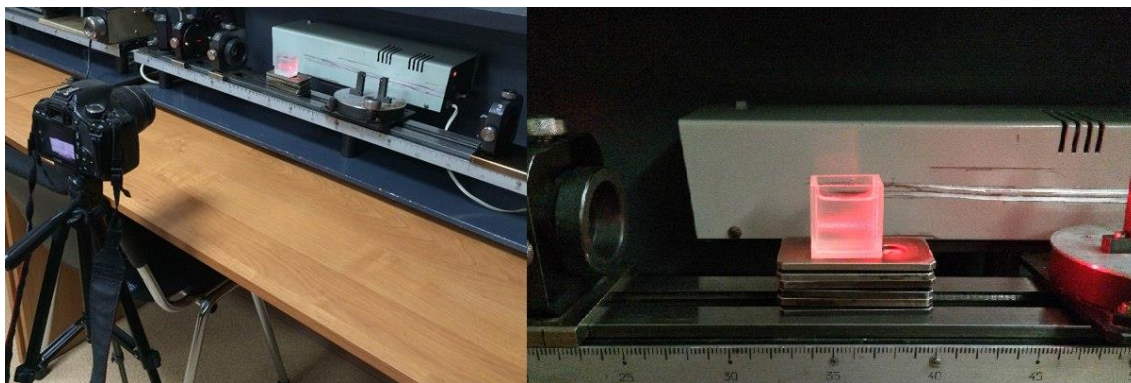


Рис. 2. Фотография стенда

Обработка экспериментальных данных.

Поскольку автокорреляционная функция строится для интенсивности рассеянного света на определенной области видеофайла, необходимо извлечь эту информацию из видеофайла. Эта область представлена отдельным пикселем (который может содержать частицу, на которой рассеивается свет). Для решения данной задачи была реализована программа на языке C++ с использованием библиотеки компьютерного зрения OpenCV. Интенсивность излучения в OpenCV представлена аддитивной цветовой моделью RGB, значение каждого из трех базовых составляющих изменяется в диапазоне от 0 до 255[3][4]. Интерфейс программы представлен на рисунке 3.

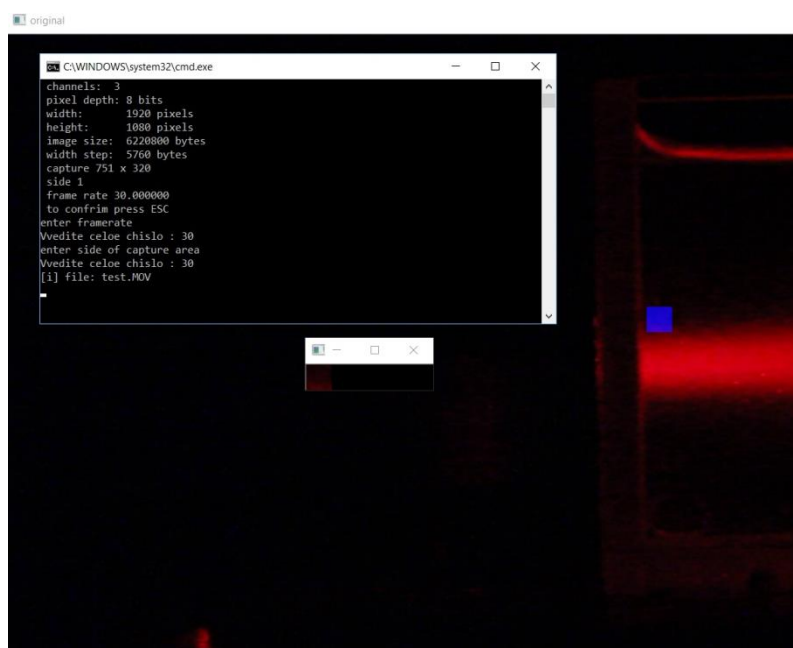


Рис. 3. Интерфейс программы для обработки видеофайла

Реализованная программа обладает следующим функционалом:

- Возможность выделения области видеофайла;
- Регистрация значения интенсивности в каждый момент времени;
- Архивация данных;
- Расчет автокорреляционной функции;
- Интерпретация и визуализация данных.

Были проведены опыты, в которых рассеяние света лазера производилось на кювете с молоком. (0,05 грамм на 200 мг воды). Кадр исследуемого видеофайла и автокорреляционная функция, соответственно, представлены на рисунках 4 и 5.

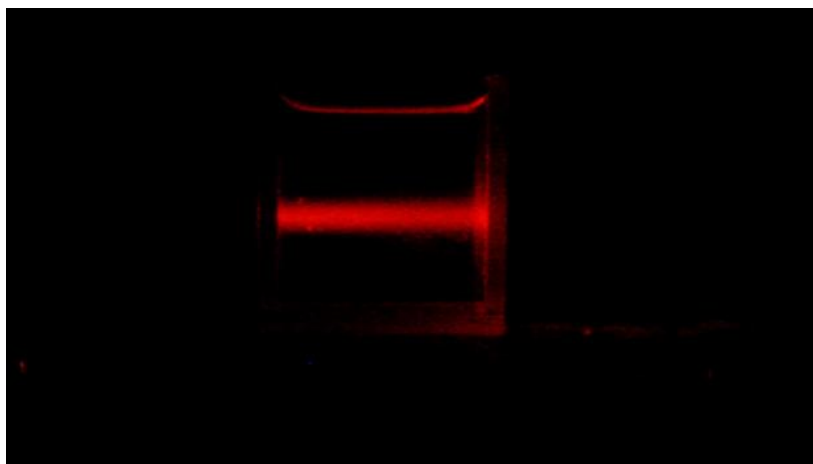


Рис. 4. Кадр из исследуемого видеофайла

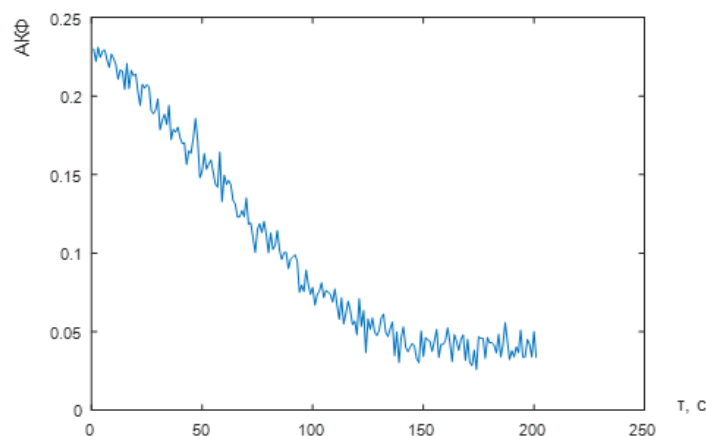


Рис. 5. Автокорреляционная функция рассеиваемого света
на молекулах молока растворенных в воде

Заключение

В ходе экспериментов был рассчитан размер молекул молока растворенных в воде. Рассчитанное значение составило $0,000004797\text{м}$ (или $4,8\text{ мкм}$). Величина жировых шариков колеблется от $0,5$ до 10 мкм [2].

Elnikov A. V. Shadrin, G. A., Kocherov S. A.

HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX OF PHOTON CORRELATION SPECTROSCOPY BASED ON THE ANALYSIS OF VIDEO FILES

Surgut

The article deals with the issue of creating an automated analyzer of turbid media. The analysis of the medium is based on a modified method of dynamic light scattering. The article presents the methodology of the experiment, as well as screenshots from the data processor.

Keywords: spectroscopy, correlation analysis, processing of video files, programming.

Список использованной литературы

1. Брандмюллер, И., Мозер Г. Введение в спектроскопию комбинационного рассеяния света – М.:Мир, 1964. – 627 с.

2. Непомнящая Э. К., Величко Е. Н., Богомаз Т. А., Аксёнов Е. Т. Развитие методов лазерной корреляционной спектроскопии для исследования параметров технических и биологических суспензий // Лазеры. Измерения. Информация, 2014: сб. докладов 24 междунар. конф. Т. 1. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. - с. 295-306

3. Научная электронная библиотека «Киберленинка» [электронный ресурс]: библиотека OPENCV и ее использование в задачах цитофотометрии – Электрон. дан. – [2016] – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/biblioteka-opencv-i-ee-ispolzovanie-v-zadachah-tsitofotometrii>, свободный

4. OPENCV [электронный ресурс]: официальный сайт библиотеки «компьютерного зрения». – Электрон. дан. – [2016] – Режим доступа: <http://opencv.org/>, свободный.

УДК 621.315.1

Жудина В. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВЛИЯНИЯ ВЛ-500 кВ НА ВЛ-35 кВ С РАЗЛИЧНЫМ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ НЕЙТРАЛИ

г. Сургут

Рассмотрены стационарные и квазистационарные режимы ВЛ-35 кВ, находящейся в зоне электромагнитного влияния ВЛ-500 кВ. Электростатическое и электромагнитное влияние может привести к смещению нейтрали, повышению напряжения на изоляции выше допустимых норм при попадании в резонансную область при наличии дугогасящего реактора, изменению расчетного тока однофазного замыкания на землю. Результаты исследований должны учитываться при настройке параметров ДГК или при выборе параметров резистора в нейтрали. Особо опасные повышения напряжения наблюдаются в аварийном режиме ВЛ-500 кВ, в частности при однофазном коротком замыкании.

Ключевые слова: Параллельное следование ВЛ, перенапряжения, смещение нейтрали.

Моделируемые ВЛ 500 и ВЛ 35 кВ имеют распределенные параметры, тем самым учитываются электростатическое влияние рабочего напряжения со стороны ВЛ 500 кВ на ВЛ 35 кВ в виде взаимных емкостей фаз, и электромагнитное влияние в виде коэффициентов взаимной индукции. При этом наведенное напряжение на фазах ВЛ 35 приводит к значительной несимметрии фазных напряжений. Величина наводимого напряжения при параллельном следовании ВЛ 500, ВЛ 35 кВ зависит от таких параметров, как рабочее напряжение, расстояния между фазными проводами линий и длины участка параллельного их расположения, а также от способа заземления нейтрали. На рисунке 1 представлена электрическая схема ВЛ 500 кВ и ВЛ 35 кВ с резонансным заземлением нейтрали сети 35 кВ. В сети 35 кВ наводится сторонняя ЭДС, зависящая от протекающего тока в сети 500 кВ, величина данной ЭДС определяется величиной тока сети 500 кВ и коэффициентом взаимной индукции МАа.

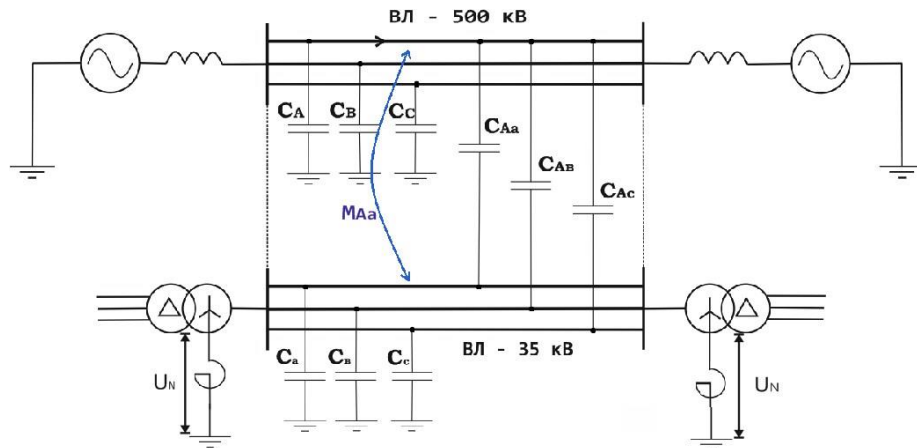


Рис. 1. Электрическая схема ВЛ 500 кВ и ВЛ 35 кВ с резонансным заземлением нейтрали сети 35 кВ

Расстояние между двумя близлежащими проводами ВЛ 500 и 35 кВ принимаем 20 м, что незначительно меньше значений, указанных в ПУЭ [2]. С учетом этого геометрическое расположение имеет вид:

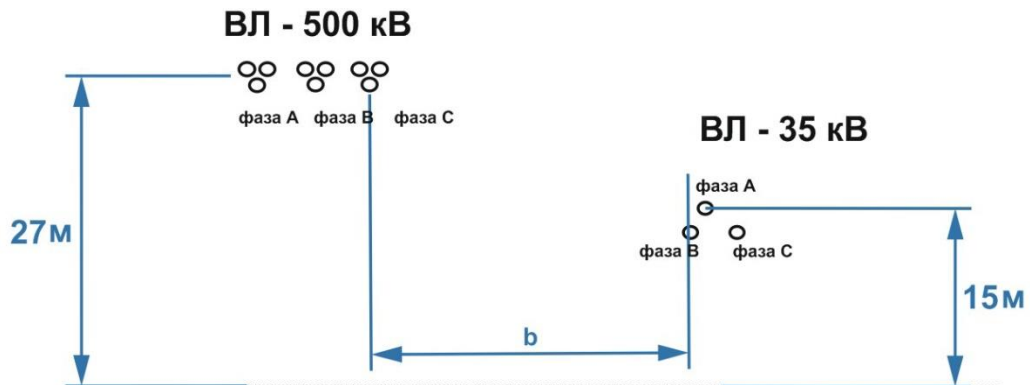


Рис. 2. Геометрическое расположение ЛЭП 500 и 35 кВ

Моделированию системы было произведено в среде MATLAB [1], которая позволяет строить виртуальные модели с использованием различных библиотек блоков, а также применять модельно-ориентированный подход при разработке систем управления, средств цифровой связи и устройств реального времени. Также была произведено моделирование в среде VMAES, учет распределенности в которой обеспечивается использованием метода волновых каналов, расчет которых был выполнен согласно поставленной конфигурации сети.

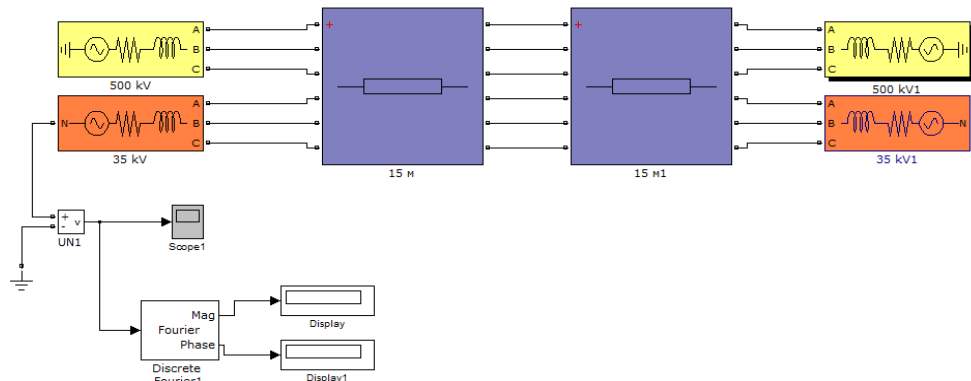


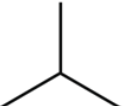
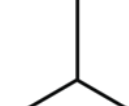
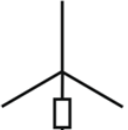
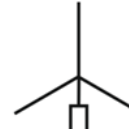
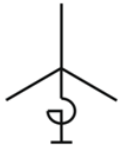

Рис. 3. Модель параллельных линий ВЛ 500 кВ и ВЛ 35 кВ с изолированной нейтралью

При моделировании таких способов заземлений, как резистивный и резонансный, в нейтраль включается либо сопротивление, либо дугогасящий реактор. Для получения корректных результатов использованы модели ВЛ с распределенными параметрами. Матрицы погонных активных сопротивлений, индуктивностей и собственных и взаимных емкостей системы ВЛ-500-ВЛ-35 рассчитываются с учетом геометрии, характеристик проводов и взаимного расположения трасс ВЛ.

В таблице 1 приведены результаты расчетов напряжений на нейтрали в сети 35 кВ и напряжений на фазах при различных способах заземления нейтрали и различных режимах работы ВЛ-500. Длина параллельного следования ВЛ принята равной 30 км. Рассмотрены режим холостого хода ВЛ-500 кВ (электростатическое влияние), режим передачи натуральной мощности 1,3 ГВт и аварийный режим однофазного КЗ (на фазе «а») в середине ВЛ-500, величина тока КЗ 5 кА. При резонансном заземлении нейтрали коэффициенты компенсации фазных емкостей ВЛ-35 в диапазоне $k_k = 0,9-1,1$ рассчитывались как для независимой трехфазной ВЛ-35.

Таблица 1

Напряжения на фазах и на нейтрали сети 35 кВ при различных способах заземления нейтрали в программном комплексе Matlab/Simulink.

Режим нейтрали	Электростатическое влияние	Электростатическое + электромагнитное влияние	Режим нейтрали	Аварийный режим (однофазное КЗ на ВЛ 500 кВ)
	$U_a = 1,04 \text{ Уф } \angle 26,2$ $U_b = 1,41 \text{ Уф } \angle -147,2$ $U_c = 2,06 \text{ Уф } \angle 125,2$ $U_n = 0,66 \text{ Уф } \angle 136,4$	$U_a = 0,9 \text{ Уф } \angle 15,5$ $U_b = 1,6 \text{ Уф } \angle -142,2$ $U_c = 1,9 \text{ Уф } \angle 131,3$ $U_n = 0,7 \text{ Уф } \angle 115,8$		$U_a = 1,03 \text{ Уф } \angle 131,5$ $U_b = 2,43 \text{ Уф } \angle -175,2$ $U_c = 2,93 \text{ Уф } \angle 142$ $U_n = 1,84 \text{ Уф } \angle -5,03$
	$U_a = 0,81 \text{ Уф } \angle -0,8$ $U_b = 0,82 \text{ Уф } \angle -120$ $U_c = 0,81 \text{ Уф } \angle 120,1$ $U_n = 2,02 \text{ Уф } \angle -133,8$	$U_a = 0,9 \text{ Уф } \angle -20,4$ $U_b = 1,6 \text{ Уф } \angle -120,1$ $U_c = 1,0 \text{ Уф } \angle 140,4$ $U_n = 2,3 \text{ Уф } \angle -154,4$		$U_a = 2,4 \text{ Уф } \angle 145,1$ $U_b = 3,39 \text{ Уф } \angle 171,9$ $U_c = 4,02 \text{ Уф } \angle 146,2$ $U_n = 0,68 \text{ Уф } \angle 63,41$
	1. $k_k = 1.1$ $U_a = 2,39 \text{ кВ } \angle 177,5$ $U_b = 4,24 \text{ кВ } \angle -168,9$ $U_c = 4,25 \text{ кВ } \angle 165,9$ $U_n = 3,55 \text{ кВ } \angle 178,2$ 2. $k_k = 1$ $U_a = 3,34 \text{ Уф } \angle -131,4$ $U_b = 5,29 \text{ Уф } \angle -137,6$ $U_c = 4,29 \text{ Уф } \angle -155,6$ $U_n = 4,22 \text{ Уф } \angle -141,8$ 3. $k_k = 0.9$ $U_a = 3,01 \text{ Уф } \angle -80,25$ $U_b = 4,26 \text{ Уф } \angle -105,5$ $U_c = 2,48 \text{ Уф } \angle -117,6$ $U_n = 3,38 \text{ Уф } \angle -100,4$	1. $k_k = 1.1$ $U_a = 4,4 \text{ Уф } \angle 156,9$ $U_b = 5,1 \text{ Уф } \angle 176,4$ $U_c = 4,6 \text{ Уф } \angle 154,3$ $U_n = 4,5 \text{ Уф } \angle 157,6$ 2. $k_k = 1$ $U_a = 3,9 \text{ Уф } \angle -154,6$ $U_b = 5,5 \text{ Уф } \angle -153,2$ $U_c = 5,7 \text{ Уф } \angle -170,7$ $U_n = 4,7 \text{ Уф } \angle -162,4$ 3. $k_k = 0.9$ $U_a = 3,0 \text{ Уф } \angle -105$ $U_b = 4,9 \text{ Уф } \angle -120,8$ $U_c = 4,0 \text{ Уф } \angle -137,1$ $U_n = 4,5 \text{ Уф } \angle -121$		1) $k_k = 1.1$ $U_a = 8,21 \text{ Уф } \angle 65,78$ $U_b = 6,73 \text{ Уф } \angle 75,8$ $U_c = 8,69 \text{ Уф } \angle 78,35$ $U_n = 8,81 \text{ Уф } \angle 47,96$ 2) $k_k = 1$ $U_a = 9,48 \text{ Уф } \angle 88,71$ $U_b = 8,63 \text{ Уф } \angle 100,1$ $U_c = 10,5 \text{ Уф } \angle 97,61$ $U_n = 8,94 \text{ Уф } \angle 72,16$ 3) $k_k = 0.9$ $U_a = 8,11 \text{ Уф } \angle 112,1$ $U_b = 8,89 \text{ Уф } \angle 125,0$ $U_c = 9,69 \text{ Уф } \angle 118,2$ $U_n = 7,37 \text{ Уф } \angle 96,49$

Как следует из результатов таблицы 1, при параллельном следовании ВЛ-500 и ВЛ-35 на нейтрали сети 35 кВ и на фазах вследствие электростатического и электромагнитного влияния наводятся существенные напряжения, которые могут быть опасны для электрооборудования. Особо опасный режим при этом – заземление нейтрали через ДГК при коэффициентах компенсации, близких к $k=1$. Резонансная кривая зависимости напряжения на нейтрали от степени компенсации фазных емкостей ВЛ-35 (рис.4) рассчитывалась при наличии и отсутствии передаваемой мощности по ВЛ-500. Совместное действие электромагнитной и электростатической составляющей при $\delta=45^\circ$ приводит к увеличению напряжения на

нейтрали. Наличие наведенного напряжения на ЛЭП 35 кВ сказывается на резонансной кривой при компенсированном режиме заземления, а именно, приводит к смещению резонансной точки с 1 до 1,07, что может приводить к перегревам, выходу из строя ОПН и ТН, а также к аварийным отключениям ЛЭП 35 кВ.

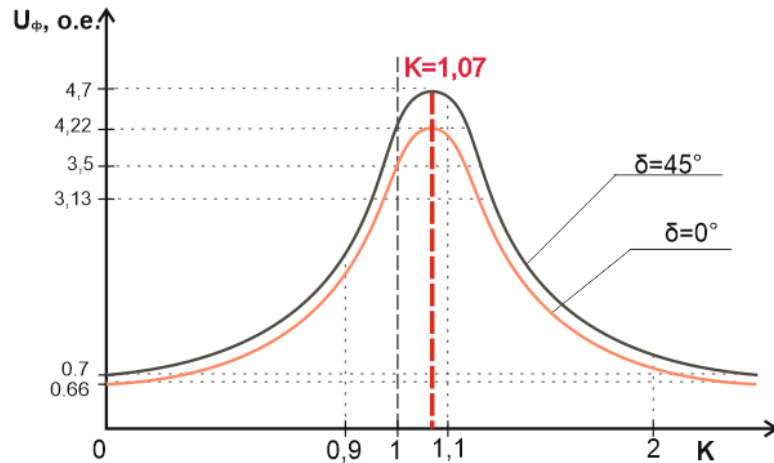


Рис. 4. Напряжение на нейтрали сети 35 кВ в зависимости от коэффициента компенсации в условиях влияния ВЛ-500.

Определение геометрических размеров ВЛ 500 кВ, с конфигурацией типа ПБ-1, позволяет определить ее параметры: модальные проводимости и сопротивления, матрицы преобразования токов и напряжений как из фазных в модальные, так и из модальных в фазные. При разработке программы для VMAES каждый модальный канал представляется в виде однофазной линии с удельными параметрами, соответствующими этому каналу. Для связи фазных и модальных координат по току и по напряжению в схеме ВЛ применяются матричные преобразователи из фазных координат в модальные ($\lambda-1$, $\delta-1$) и из модальных в фазные (λ , δ). Фазная система координат в разрабатываемой модели необходима в тех узлах, где ВЛ соединяется с другими элементами схемы, а также по трассе ВЛ в промежуточных точках для получения фактической информации о токах и напряжениях в проводах. Элементами схемы, примыкающими к ВЛ, могут быть: эквивалентные источники ЭДС, коммутаторы, активные и реактивные сопротивления и др.

Таким образом, в общем случае модель длинной ВЛ представляется в виде 4-5 участков определенной длины, соединенных между собой матричными преобразователями и соответствующими примыкающими элементами схемы. Итоговая модель для анализа процессов и параметров системы ЛЭП 500 - 35 кВ в программе VMAES представлена на рисунке 5.

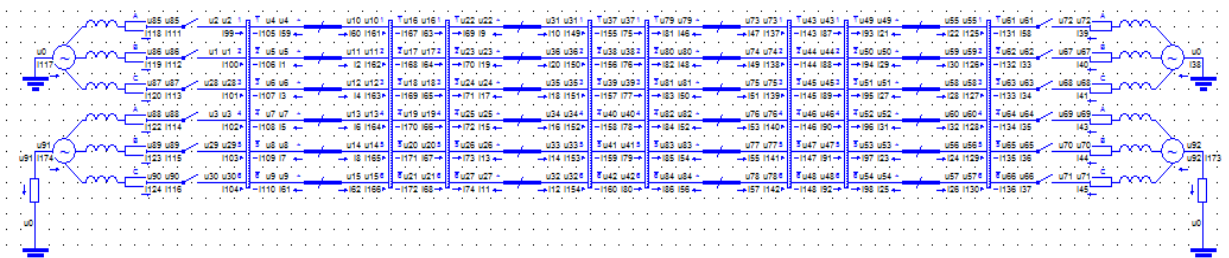
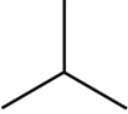
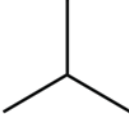
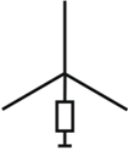
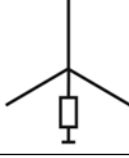
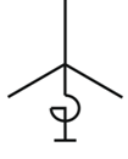



Рис. 5. Модель системы ЛЭП 500 - 35 кВ с заземлением нейтрали через резистор в программе VMAES

Таблица 2

Результаты расчета напряжения на фазах и на нейтрали сети 35 кВ при различных способах заземления нейтрали в программном комплексе VMAES.

Режим нейтрали	Электростатический режим	Электростатический + Электромагнитный режим	Режим нейтрали	Аварийный режим (однофазное КЗ на ВЛ 500 кВ)
	$U_a = 1,09 \text{ Уф}$ $U_b = 1,39 \text{ Уф}$ $U_c = 1,98 \text{ Уф}$ $U_n = 0,86 \text{ Уф}$	$U_a = 0,97 \text{ Уф}$ $U_b = 1,47 \text{ Уф}$ $U_c = 1,85 \text{ Уф}$ $U_n = 0,95 \text{ Уф}$		$U_a = 1,88 \text{ Уф}$ $U_b = 2,45 \text{ Уф}$ $U_c = 2,75 \text{ Уф}$ $U_n = 1,5 \text{ Уф}$
	$U_a = 0,85 \text{ Уф}$ $U_b = 0,87 \text{ Уф}$ $U_c = 0,83 \text{ Уф}$ $U_n = 2,07 \text{ Уф}$	$U_a = 1,13 \text{ Уф}$ $U_b = 1,72 \text{ Уф}$ $U_c = 1,15 \text{ Уф}$ $U_n = 2,44 \text{ Уф}$		$U_a = 2,2 \text{ Уф}$ $U_b = 3,52 \text{ Уф}$ $U_c = 4,11 \text{ Уф}$ $U_n = 0,75 \text{ Уф}$
	1. $k_k = 1.1$ $U_a = 2,75 \text{ Уф}$ $U_b = 4,42 \text{ Уф}$ $U_c = 4,17 \text{ Уф}$ $U_n = 3,96 \text{ Уф}$ 2. $k_k = 1$ $U_a = 3,76 \text{ Уф}$ $U_b = 5,48 \text{ Уф}$ $U_c = 4,38 \text{ Уф}$ $U_n = 4,38 \text{ Уф}$ 3. $k_k = 0.9$ $U_a = 3,32 \text{ Уф}$ $U_b = 4,29 \text{ Уф}$ $U_c = 2,62 \text{ Уф}$ $U_n = 3,73 \text{ Уф}$	1. $k_k = 1.1$ $U_a = 4,29 \text{ Уф}$ $U_b = 5,19 \text{ Уф}$ $U_c = 4,93 \text{ Уф}$ $U_n = 4,32 \text{ Уф}$ 2. $k_k = 1$ $U_a = 3,85 \text{ Уф}$ $U_b = 5,79 \text{ Уф}$ $U_c = 5,82 \text{ Уф}$ $U_n = 4,86 \text{ Уф}$ 3. $k_k = 0.9$ $U_a = 3,68 \text{ Уф}$ $U_b = 5,06 \text{ Уф}$ $U_c = 4,61 \text{ Уф}$ $U_n = 4,56 \text{ Уф}$		1. $k_k = 1.1$ $U_a = 8,23 \text{ Уф}$ $U_b = 6,87 \text{ Уф}$ $U_c = 8,71 \text{ Уф}$ $U_n = 8,56 \text{ Уф}$ 2. $k_k = 1$ $U_a = 9,81 \text{ Уф}$ $U_b = 8,28 \text{ Уф}$ $U_c = 11,5 \text{ Уф}$ $U_n = 8,42 \text{ Уф}$ 3. $k_k = 0.9$ $U_a = 8,20 \text{ Уф}$ $U_b = 8,71 \text{ Уф}$ $U_c = 9,52 \text{ Уф}$ $U_n = 7,76 \text{ Уф}$

Как следует из результатов таблиц 1 и 2 при параллельном следовании ВЛ-500 и ВЛ-35 в нормальном режиме работы на нейтрали сети 35 кВ и на фазах вследствие электростатического и электромагнитного влияния наводятся существенные напряжения, которые могут быть опасны для электрооборудования [3].

Особо опасный режим при этом – заземление нейтрали через ДГК при коэффициентах компенсации, близких к $k=1$. В нормальном режиме работы напряжения на фазах находятся в диапазоне (4,3 – 4,5 Уф).

Наиболее безопасным режимом работы сети 35 кВ является режим с резистивным заземлением нейтрали, в данном случае наводимые напряжения на фазы ВЛ – 35 кВ находятся в диапазоне (0,8 – 1,2 Уф).

Режим работы с изолированной нейтралью является опасным за счет высокого значения наводимого напряжения (1,5 – 1,7 Уф) и разности его распределения по фазам.

Таким образом, исходя из полученных результатов, наиболее предпочтительным режимом заземления нейтрали смежной сети 35 кВ является резистивный. В данном случае уровень наводимых напряжений значительно меньше по сравнению с режимом изолированной и компенсированной нейтрали.

Вместе с тем, одной из мер снижения наводимого напряжения может являться относимые смежных линий (ВЛ – 35 кВ) от влияющей (ВЛ – 500 кВ). Относ смежных линий что приводит к уменьшению электрической и магнитной связи. Электрическое влияние при увеличении ширины сближения между воздушными линиями быстро затухает.

Zhudina V. V.

RESEARCH OF ELECTROMAGNETIC INFLUENCE OF THE VL-500 KV 35 KV OVERHEAD LINE WITH DIFFERENT NEUTRAL GROUNDING

Surgut

Stationary and quasi-stationary regimes of VL-35 kV located in the electromagnetic influence zone of VL-500 kV are considered. Electrostatic and electromagnetic effects can lead to the displacement of the neutral voltage increases on the insulation above the permissible norms in case of contact with the resonant region in the presence of an arc extinguishing reactor, a change in the design current of a single-phase earth fault. The results of the investigations should be taken into account when setting the DHA parameters or when choosing a pair of resistor meters in the neutral. Particularly dangerous increasing the voltage observed in ABA-renom mode VL-500 kV, in particular at single-phase short circuit.

Key words: Parallel follow-up of VL, overvoltage, neutral displacement.

Список использованной литературы

1. Математическое программное обеспечение MATLAB Classroom, Simulink Classroom, договор 0187200001711001979_260601/11-ГК от 12.12.2011 г.
2. Правила устройства электроустановок, 7-е изд. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС. 2003.-160 с.
3. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений, РД 153-34.3-35.125-99. Утверж. РАО "ЕЭС России" 12.07.1999 г.
4. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 288 с., ил. (Серия "Проектирование").

УДК 004

Закиров А. А., Урманцева Н. Р.

МЕТОДЫ, СРЕДСТВА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕРКИ АДЕКВАТНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РЕАЛЬНОГО МИРА В СООТ- ВЕТСТВУЮЩЕЙ ГИС ПОСРЕДСТВОМ НАВИГАЦИИ В ОНЛАЙН-ИГРЕ «THE SURVIVAL SURGUT»

г. Сургут

В статье рассматривается проблема гиподинамии человека компьютерными играми, которые нарушают физиологию человека, а также психологию человека. В наше время люди довольно много времени проводят дома, играя в компьютерные игры, которые полностью завладевают вниманием и свободным временем. Эту проблему можно решить, если перенаправить все события и моменты, происходящие в игре, в реальный мир, то есть побудить человека к движению. Решение этой проблемы заложено в разработке онлайн-игры с моделированной картой города, где персонаж будет передвигаться и выполнять различного рода квесты и т. п. Человек-игрок в реальном мире передвигается с мобильным телефоном, на котором есть ГИС, определяющая координаты местоположения, которые отправляются на игровой сервер и преобразовываются для игрового пространства.

Ключевые слова: ГИС, онлайн-игра, картография, игровой мир, геоинформационная система.

Актуальность выбранной темы связана с переводом игрового искусственного (виртуального) мира в реальный, вытесняющим все отличия между ними. Человек будет понимать, что получение удовольствия от игрового процесса вне дома и внутри одинаково. Однако, вне дома намного больше работает опорно-двигательная система; повышается мышечный тонус; чувствуется больше красок жизни; разнообразны способы взаимодействия с человеком и т. п., все это положительно сказывается на здоровье человека и его открытости. Исследования заключаются в проверке адекватности информационной модели реального мира в геоинформационной системе посредством навигации в онлайн-игре, где смоделированная карта города помещается в онлайн-игру и с помощью мобильной ГИС на улице взаимодействуешь с онлайн-игрой в зависимости от местоположения.

Грань между реальным и игровым искусственным (виртуальным) миром постепенно стирается. Технологии дошли до этапа спорных тем в течение последних нескольких лет, когда, одев шлем/очки виртуальной реальности, можно погрузиться в виртуальное пространство, которое может сопровождаться некоторой игрой с объектами реального мира. Теперь можно воздействовать на виртуальную/реальную природу человека, взаимодействовать с какими-либо объектами реального мира из виртуального и наоборот. С мобильными устройствами можно будет находиться одновременно в двух мирах, когда смартфон связывается с игровым сервером, который тут же преобразовывает географические координаты из одной проекции в другую, и получается так, что, посещая музей в реальном, посещаешь его и в виртуальном мире, причем все действия человека/персонажа можно наблюдать на мониторе. Карта игровой площадки должна быть смоделирована максимально близко к реальной, по которой персонаж будет передвигаться. В некотором смысле, люди будут понимать, что игра дома за компьютером не имеет веских отличий от уличного времяпрепровождения, возможно, увеличится количество граждан, проводящих свободное время на улице, а такой подход полезен для здоровья. В качестве игр могут выступать геометки-квесты, выполняя которые можно получить вознаграждения, а также организация соревнований по квестам. Выполнение квестов в реальном мире может служить мотивацией для людей, ведущих малоподвижный образ жизни; для тех, кто решил пройти виртуальные квесты (дома за компьютером), можно понизить игровые показатели или убрать вознаграждения за квесты, а это значит, что игра за компьютером потеряет финансовую значимость, и, следовательно, чтобы получить прибыль – нужно находиться на открытом воздухе.

В данной работе объектом исследования являются компьютерные игры, а предметом – влияние компьютерных игр на здоровье человека. Целью научного исследования является решение проблемы гиподинамии человека, вызванной компьютерными играми, которые нарушают физиологические свойства человека. Постановка задачи или пошаговый план реализации цели: исследование предметной области, изучение существующих программных взаимодействий реального мира с игровым искусственным миром, рассмотрение алгоритмов преобразования координат в картографии, проведение анализа эффективности программных взаимодействий реального мира с игровым искусственным миром.

Влияние компьютерных игр на человека имеет множество аспектов. Одна из видимых проблем связана с тем, что любители поиграть проводят за компьютером слишком много времени, а это, чревато возникновением проблем со здоровьем, которые напрямую не связаны с компьютерными играми, однако являются их следствием. Это проблемы со зрением, с позвоночником, руками, психикой и сном, а также информационные перегрузки. Игра требует пристального внимания. Играя, человек практически не отрываясь смотрит на экран, что вызывает синдром сухих глаз [3].

В больших дозах компьютерные игры приводят к накоплению хронического стресса со всеми негативными для организма ребенка последствиями. Переутомление и даже истощение нервной системы возникает при длительной работе за компьютером, поэтому обязательно должны соблюдаться санитарные нормы. Процессы бессознательного развития компьютерной зависимости и запечатления информации проходят у них быстрее, но кроме физического здоровья людей, важно задумываться и об их психическом здоровье. Для детей компьютерные игры стимулируют лишь определенную часть мозга, поэтому дети должны больше читать, писать и заниматься математикой. К тому же, детям полезно играть на улице и как можно больше общаться с другими детьми. Вместо того, чтобы заниматься спортом «традиционно», например, футболом, предпочтение отдается симулятору «FIFA». Проблема есть, но общество не обращает на это должного внимания. А компьютер продолжает вовлекать в виртуальное пространство всё больше и больше людей, делая их зависимыми [1].

Психологи заметили, что чем больше проблем у ребенка в жизненной реальности, тем он охотнее погружается в игровую искусственную (виртуальную) реальность, особенно это касается мальчиков. Уход в виртуальную реальность присущ людям с тонкой ранимой психикой. В жизни у них, возможно, присутствуют проблемы с друзьями и пр., а придя домой и включив любимую игру, они погружаются в виртуальное пространство, где они становятся лидерами, которым нужно умело наводить курсор и вовремя нажимать кнопки. Такие люди привыкают к тому, что в игре у них нахождение есть больше одной жизни и все легко дается, а в реальной жизни все иначе и ничего подобного нет, и чтобы достичь чего-то, надо многое преодолеть [2].

Отрицательное влияние жестоких игр на человека:

1. Увеличивается уровень агрессии.
2. Нарушается работа головного мозга.
3. Не происходит развития личности ребенка.
4. Появляется жестокость и эгоизм.
5. Снижается потребность в социализации.
6. Происходит постепенное разрушение личности.
7. Наблюдаются психические отклонения:
 - 7.1. Апатия.
 - 7.2. Уныние.
 - 7.3. Отчаяние.
 - 7.4. Повышенная раздражительность.
 - 7.5. Сложность в общении.
 - 7.6. Потеря концентрации.
 - 7.7. Снижение настроения.
 - 7.8. Беспокойство.
 - 7.9. Искажение человеческих ценностей.
 - 7.10. Наблюдается потеря самоконтроля.
8. Нарушается зрение.
9. Нарушается осанка.
10. Чувствуется общее недомогание.
11. Ослабевает иммунитет.
12. Заболевания кистей рук.

Влияние компьютера на кисти рук: длительная, идентичная работа кистями и пальцами рук приводит к постепенному повреждению связок и суставов кисти. Заболевание может стать хроническим, если вовремя не принять меры. Влияние компьютера на тазовые органы: игра за компьютером вынуждает человека длительно сохранять относительно неподвижное состояние, вследствие чего снижается кровоснабжение тазовых органов и конечностей. Длительное нарушение питания тазовых органов способствует развитию таких заболеваний как

геморрой. Влияние компьютера на пищеварение – когда у человека возникает компьютерная зависимость, то он начинает питаться, не отходя от компьютера. Как правило, это «сухая» еда, в которой мало витаминов и питательных веществ. Влияние компьютера на опорно-двигательную систему - причина нарушения осанки или искривления позвоночника является долгое сидение за компьютером, этому способствует некорректная позиция на рабочем столе, постепенно человек привыкает к тому что сидит неверно, а заболевание только растет. Влияние компьютера на внимание – игра или работа за компьютером – это интеллектуальный труд, потому, основная часть нагрузки приходится на нервную систему, а именно на головной мозг. Часто длительная работа за компьютером может быть причиной головных болей. Известно несколько типов головных болей, которые могут быть спровоцированы работой за компьютером. Одним из факторов, провоцирующим появление головных болей, является хроническое перенапряжение. Влияние компьютера на зрение - незаметно подойдя к человеку, который увлечен игрой можно наблюдать как его взгляд буквально прикован к монитору. Известно, что усталость глаз существует при любой работе, в которой участвует зрение, а в данном случае глаза устают еще больше, т.к. глаза человека смотрят на устройство высокой яркости, к тому же мониторы мерцают, все эти факторы ведут к перегрузке глазных мышц [2].

В результате научного исследования была решена проблема гиподинамии человека, вызванное компьютерными играми, которые нарушают физиологические свойства человека, где было предложено разработать методы и средства проверки адекватности информационной модели в соответствующей ГИС посредством навигации в онлайн-игре. При помощи данных методов и средств человек будет меньше времени сидеть за компьютерными играми, часто играть на улице и т. п.

Zakirov A. A., Urmantseva N. R.

METHODS, MEANS, SOFTWARE, TO VERIFY THE ADEQUACY OF THE INFORMATION MODEL OF THE REAL WORLD IN THE RELEVANT GIS THROUGH THE NAVIGATION IN THE ONLINE GAME "THESURVIVALSURGUT»

Surgut

The article deals with the problem of human hypodynamia with computer games that violate human physiology, as well as human psychology. Nowadays, people spend a lot of time at home playing computer games, which completely take over the attention and free time. This problem can be solved by redirecting all the events and moments that take place in the game to the real world, that is, to encourage people to move. The solution to this problem lies in the development of an online game with a simulated map of the city, where the character will move and perform various kinds of quests, etc. The person-the player in the real world moves with a mobile phone on which there is a GIS that determines the coordinates of the location that are sent to the game server and converted for the game space.

Keywords: GIS, online game, cartography, game world, geographic information system.

Список использованной литературы

1. Сайт «Влияние компьютерных игр на физическое и психическое здоровье младшего школьника» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.za-partoi.ru/game-zavisi-most.html> (Дата обращения: 28.10.2017)
2. Сайт «Влияние компьютера/компьютерных игр» [Электронный ресурс]. URL: http://www.russlav.ru/stat/vliyanie_game.html (Дата обращения: 28.10.2017)
3. Баловсяк Н. В. Компьютер и здоровье. Питер. 2008. 208 с.

УДК 622.245.14

Кокорина К. А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВСКРЫТИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ СКВАЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ

г. Сургут

Одной из наиболее важных задач для нефтяных компаний является наращивание дебитов скважин, в том числе за счет выбора оптимальной технологии вскрытия продуктивных пластов. Необходима разработка новых технологических решений, материалов и реагентов, обеспечивающих эффективность вскрытия пластов, подбор и экспериментальное обоснование оптимальных рецептур жидкостей для месторождений Западной Сибири. Предложен новый состав жидкостей для вскрытия пластов скважин, разработанный с применением нанотехнологий.

Ключевые слова: наночастицы, вскрытие пластов, повышение нефтеотдачи.

При выборе оптимальной перфорационной жидкости выполнен обзор по влиянию жидкостей перфорации на продуктивный пласт, рассмотрены преимущества и недостатки различных перфорационных жидкостей.

Технология проведения кумулятивной перфорации прошла несколько этапов развития, работы проводились:

– в среде бурового раствора, при применении которого происходит кольматация глинистыми частицами перфорационных каналов, при этом их пропускная способность уменьшается в два раза и более;

– с применением специальных растворов без твердой фазы (водные растворы солей, полимерные соляные растворы на углеводородной основе (РУО) и другие).

В сравнении с пресными растворами водные растворы минеральных солей имеют повышенную ингибирующую способность, в меньшей степени снижают проницаемость коллекторов. Введение поверхностно-активных веществ (ПАВ) в эти системы позволяет увеличить коэффициент восстановления проницаемости. Кислотные системы обладают рядом преимуществ, но не являются универсальными, для различных типов коллекторов необходимо подбирать индивидуальные рецептуры. Системы на углеводородной теряют свою эффективность в обводненных скважинах, так как образуют с пластовой водой устойчивые эмульсии, которые блокируют приток нефти в скважину [1; 2].

Основные причины, влияющие на снижение нефтеотдачи пластов: неоднородность геологического строения коллекторов; проявление капиллярных сил, препятствующих вытеснению нефти из пор; неблагоприятное соотношение подвижностей вытесняющей и вытесняемой жидкостей. Необходимо совершенствовать и внедрять инновационные технологии, разрабатывать высокоэффективные реагенты, оригинальные составы материалов (подобранные, в том числе, на основе данных об условиях разработки залежей), которые значительно снизят влияние капиллярных сил, позволят существенно увеличить коэффициент извлечения нефти.

Решения с применением нанотехнологий.

Для решения ряда актуальных задач в нефтегазовой отрасли перспективно внедрение нанотехнологий, а именно исследование и разработка новых наноструктурированных «умных жидкостей» (жидкостей с запрограммированными свойствами).

Нанотехнологии имеют широкий спектр их применения: разрабатываются и внедряются растворы с использованием нанокompозитных материалов для бурения неустойчивых пород продуктивных пластов; нанокompозиции для очистки ствола скважин, изоляции поглощающих пластов, разделения цементного и бурового растворов; технологические жидкости для перфорационных работ и другие. Подобные технологии применяются и при повышении нефтеотдачи пластов.

Наножидкости – технологические растворы с добавлением небольшого количества нанодисперсии твердых частиц для улучшения тех или иных свойств. Технологические растворы, содержащие коллоидные частицы геля, при бурении, закачивании и глушении скважин препятствуют поглощению раствора пластом (способствуют «гидрофобизации» скважины и уменьшению процессов обводнения как самой скважины, так в последующем и добываемой нефти). В результате снижаются потери технологических жидкостей при заканчивании и ремонте скважин. Использование наноразмерных частиц позволяет получать гели с новыми регулируемыми свойствами. Подобные системы широко применяются на месторождениях Китая для обработки пластов со значительным экономическим эффектом. Нанореагенты могут выступать в качестве ингибиторов коррозии, соле- и парафиноотложений [4; 6; 7].

Развитие нефтегазовой nanoиндустрии позволит: увеличить коэффициент извлечения нефти до 0,5-0,6, снизить обводненность нефти, направленно воздействовать на глинистую составляющую пород, регулировать смачиваемость пород, синтезировать и применять нанокompозиционные материалы, гидрофобные наножидкости и нанореагенты, улучшить экологичность работы всего нефтегазового комплекса [4; 5; 8].

Совершенствование технологии перфорирования и разработка инновационных рецептур перфорационных жидкостей позволяют добиться существенного увеличения продуктивности скважин [2; 3].

Актуальной задачей является разработка системы, применение которой позволит добиваться значительного увеличения нефтеизвлечения. Эффективность нефтевытеснения определяется наноразмерами: поверхность пор имеет нанометровую шероховатость, которая определяет смачивающие свойства пород. Использование нанотехнологий позволяет регулировать свойства нефтегазовых пластов на уровне электрических взаимодействий, изменения структуры минералов, смачивания [1].

Наиболее распространенной технологией *синтеза наноматериалов* является золь-гель синтез; а одной из самых интересных концепций получения нанокompозитных материалов с заданными физико-химическими свойствами является использование химической модификации замещенных слоистых двойных гидроксидов (СДГ). Эти соединения по своей структуре похожи на природную глину и состоят из гидроксидных металлосодержащих слоев, которые позволяют проводить формирование наночастиц в межслоевом пространстве. Наличие у СДГ целого ряда уникальных свойств открывает широкие возможности к дизайну нанокompозитных материалов на их основе.

Кроме того, интерес представляет разработка фильно-фобных систем на основе наночастиц (эти системы чувствительны к углеводородам, амфифильность свойств позволяет интенсифицировать приток нефти) и вязкоупругих ПАВ, модифицированных наночастицами (обладают пониженной фильтратоотдачей, что обусловлено формированием псевдофильтрационной «корки», образованной агрегатами из цилиндрических мицелл и наночастиц).

Благодаря использованию наноструктурированных материалов в составе жидкостей для вскрытия пластов скважин достижимы следующие эффекты: предотвращение проникновения жидкости в пласт, набухания глинистых пластов (регулирование протонного – наноразмерного – механизма набухания); снижение влияния капиллярных сил (регулируе-

ние сил притяжения для молекул на межфазной границе; изменения соотношений «фильмой» и «фобной» частей молекул и др.), термостабильность (модификация межслоевого пространства, наличие в структуре шивок различных типов и др.); изменение смачиваемости горных пород и гидрофобизация породы пласта (формирование защитного слоя путем взаимодействия активных групп поверхности и «якорных» групп молекул нанопокрyтия), увеличение фазовой проницаемости для нефти (узкое распределение ультрадисперсных частиц по размеру) и другие.

Использование наноматериалов и жидкостей на основе наночастиц (SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , TiO_2 и других) позволяет добиться снижения межфазного натяжения в десятки раз, увеличения коэффициента восстановления проницаемости в водных и углеводородных системах от 20% и более (для количественной характеристики блокирующей способности жидкости принимается степень восстановления проницаемости горной породы (естественных кернов продуктивных отложений) по керосину после воздействия на нее перфорационной средой).

Высокое значение коэффициента восстановления проницаемости при наличии низкого межфазного натяжения на границе с нефтью позволяет добиться повышения качества вскрытия продуктивных пластов, повышения продуктивности скважин. При использовании предлагаемой жидкости дебит скважин может быть увеличен на 25% и более.

Стоит отметить, что предлагаемую систему на основе наночастиц можно использовать для решения широкого спектра производственных задач в области совершенствования проведения работ в нефтегазовых компаниях (с целью повышения эффективности строительства и эксплуатации скважин).

Использование жидкостей на основе наночастиц позволит повысить продуктивность нефтяных скважин за счет повышения качества и эффективности вскрытия продуктивного пласта.

Kokorina K. A.

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF DRILLING WELLS USING FLUIDS BASED ON NANOPARTICLES

Surgut

One of the most important tasks for oil companies is to increase the flow rate of wells, including by choosing the optimal technology for opening productive formations. It is necessary to develop new technological solutions, materials and reagents that ensure the efficiency of reservoir opening, selection and experimental justification of optimal fluid formulations for the fields of Western Siberia. A new composition of fluids for well formation opening developed using nanotechnology is proposed.

Keywords: nanoparticles, reservoir opening, enhanced oil recovery.

Список использованной литературы

1. Гусейнов В. Я. Применение нанотехнологий XXI века в нефтегазовой отрасли. Электронный ресурс: <http://pandia.ru/text/78/352/18386.php>.
2. Мартынов Б. А. Совершенствование технологии вторичного вскрытия продуктивных пластов нефтегазовых скважин с использованием жидкостей на углеводородной основе: автореф. дис. канд. техн. наук. – Краснодар, 2007. – 25 с.
3. Оптимальные жидкостные системы для перфорирования скважин [коллектив авторов] // Нефтегазовое обозрение. – 2007. – с. 16-29.

4. Хавкин А. Я. Инновационные нанотехнологии в НГХК // Газохимия. – 2012. – № 1. – с. 34–37.
5. Abolghassem Rezaeyan, Alireza Taji, Hamed Kiaei. A Novel Movement in Oil and Gas Exploration and Production Associated with Nanotechnology: A Literature Review: Conference Paper (First National Conference on Nanotechnology Application in Petroleum and Petrochemical Industries) – 2012.
6. Ananthu Mahendranath, Sunil Varkey, Sonal Mazumder. Application Of Nanotechnology In Petroleum Industry // International Journal of Recent Scientific Research. – 2015. – Vol. 6. – pp. 6152-6157.
7. Chegenizadeh Negin, Saeedi Ali, Quan Xie. Application of nanotechnology for enhancing oil recovery // Petroleum. – 2016. – Vol. 2. – pp. 324-333.
8. Goshtasp Cheraghian, Luky Hendraningrat. A review on applications of nanotechnology in the enhanced oil recovery part A: effects of nanoparticles on interfacial tension // Int Nano Lett. – 2016. – Vol. 6. – pp. 129-138.

УДК 378.14:021:004

Комлев А. С., Урманцева Н. Р.

СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ КАФЕДРЫ АСОИУ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ СТАНДАРТОВ ОПИСЫВАЮЩИХ ЭЛЕКТРОННЫЕ ДОКУМЕНТЫ

г. Сургут

В статье рассмотрены стандарты, описывающие электронные документы и позволяющие выявить необходимые библиографические данные. Осуществлен анализ способов хранения библиографических данных в формате XML используя РСУБД. Описаны критерии позволяющие выбрать способы хранения XML-данных.

Ключевые слова: электронная библиотека, библиографические данные, базы данных, XML.

В предыдущем исследовании была изучена предметная область «Электронные библиотеки и электронно-библиотечные системы», рассмотрены аналоги, выбрана среда разработки и языки программирования, сформулированы основные функциональные задачи, спроектирована база данных и разработан прототип ИС «ЭБ кафедры АСОИУ» [2].

Систему необходимо разрабатывать на основе микросервисной архитектуры, данный подход позволит добавлять, удалять и заменять компоненты, не влияя на работу системы в целом.

Чтобы система могла развиваться и расширяться необходимо изучить стандарты, описывающие процесс создания электронных библиотек и метаданные электронных документов. Изучение стандартов позволит разрабатывать новые компоненты для системы, к примеру, на текущий момент в системе нет необходимости реализовывать компонент межбиблиотечного обмена, но в дальнейшем это может стать необходимым для организации поиска не только в базе разрабатываемой системы.

Существует множество стандартов, описывающие библиографические данные. Выбор набора стандартов зависит от масштабов и функциональных задач разрабатываемой электронной библиотеки.

Разделить стандарты можно по следующим критериям:

1. Стандарты форматов электронных сообщений;
2. Стандарты поиска в библиографических базах данных;
3. Стандарты метаданных для электронных библиотек.

Стандарты форматов электронных сообщений, позволяют унифицировать форматы сообщений, используемые в межбиблиотечном обмене. Стандартный формат обмена MARC (Machine Readable Cataloguing) является основой для формирования электронных каталогов библиотек и библиографических баз данных. Исторически сложились разные версии формата MARC: американская USMARC, разработанная для Библиотеки конгресса США, и английская UKMARC, разработанная для Британской библиотеки. В настоящее время проводится работа, направленная на то, чтобы принять USMARC в расширенной форме и для Великобритании. Также разработан международный формат UNIMARC, который поддерживает Permanent UNIMARC Committee. UNIMARC был выбран многими европейскими библиотеками для обмена каталожными данными, а также Консорциумом Европейских исследовательских библиотек (CERL) для формирования базы данных Hand Printed Books, объединяющей данные из разных библиотек Европы. В Российской Федерации кроме формата UNIMARC присутствует и своя версия формата MARC, которая носит название RUSMARC, разработанный по заказу Министерства культуры в рамках программы LIBNET под эгидой Российской Библиотечной ассоциации.

Перечисленные форматы не оговаривают форму, содержание или структуру записи локальных систем, они содержат рекомендации по форме и содержанию данных, предназначенных для обмена [1; 3; 6].

Стандарты поиска в библиографических базах данных, определяют команды для поиска в библиографических базах данных с использованием услуг телекоммуникационной среды по протоколам OSI. Наиболее распространенным стандартом является ANSI/NISO Z39.50, реализацией данного стандарта является протокол Z39.50. Но так как протокол был реализован очень давно, он плохо сочетается с современной инфраструктурой веб.

Для замены устаревшего протокола Библиотекой Конгресса США были разработаны протоколы SRU/SRW (Search/Retrieve via URL и Search/Retrieve Web service), которые позволяют выполнять запросы Contextual Query Language, и использовать HTTP [5; 7].

Стандарты метаданных для электронных библиотек используются для описания хранящихся ресурсов. Разработаны следующие основные стандарты Dublin Core Metadata Initiative, Resource Description Framework (RDF) (стандарт World Wide Web Consortium (w3c) для поддержки метаданных в среде Web), XML Metadata Interchange (XMI), стандарт консорциума OMG. Часто данные стандарты используются в совокупности [1].

Описанные стандарты направлены на различные функциональные задачи, но также между ними имеется общая характеристика, использование стандарта XML. XML позволяет структурно представить библиографическую информацию о хранящихся электронных документах и создавать на этой основе электронные библиотеки с поисковыми машинами, оперирующими такой информацией.

Для хранения и управления XML данными разрабатывались специализированные СУБД, но они вошли в широкое использование и причины этого следующие:

1. Многие фирмы не хотят внедрять новую, непроверенную среду СУБД в свои ИТ-инфраструктуры;
2. Интеграция с существующими реляционными СУБД может быть ограниченной или отсутствовать вовсе;
3. Немногие администраторы баз данных имеют достаточно навыков для управления XML-базами или для создания запросов к XML-данным при помощи XQuery.

Но с течением РСУБД развивались и добавляли новые функции и инструменты. Таким инструментом стала платформа для управления частично структурированными данными. Возможности хранения и выполнения запросов к XML данным присутствуют у многих РСУБД. Но основными являются MS SQL Server, Oracle Database и PostgreSQL.

Рассмотрим варианты хранения XML данных на примере MS SQL Server версии 2016, который получил поддержку кроссплатформенности.

SQL Server поддерживает несколько вариантов хранения XML-данных:

- Естественное хранение в виде типа xml. Данные при этом хранятся во внутреннем представлении, которое обеспечивает неизменность XML-содержимого данных. Это внутреннее представление включает в себя сведения об иерархии контейнеров, порядке документов и значений элементов и атрибутов. Для типизированного (то есть связанного с XML-схемой) типа данных xml модуль проверки после обработки схемы (PSVI) добавляет в информационный набор данные о типах и кодирует их во внутреннее представление. Это значительно ускоряет синтаксический анализ.

- Сопоставление XML-данных и данных, хранящихся в реляционном формате. Используя аннотированную схему (AXSD), можно разбить XML на столбцы одной или нескольких таблиц. Это обеспечивает правильность данных на реляционном уровне. В результате гарантируется сохранность иерархической структуры данных, хотя порядок элементов не учитывается. Схема не может быть рекурсивной.

- Хранение больших объектов, [n]varchar(max) и varbinary(max). При этом хранится идентичная копия данных. Это полезно в приложениях специального назначения, например, в приложениях, обрабатывающих юридическую документацию. Большинству приложений точная копия данных не нужна.

Обычно используется сочетание этих подходов. Например, XML-данные можно сохранить в столбце типа xml, производя продвижение его свойств до уровня реляционных столбцов. Или же можно использовать технологию сопоставления для хранения не рекурсивных фрагментов в столбцах, отличных от XML, а в столбцах типа xml хранить только рекурсивные фрагменты.

Для выбора XML технологии необходимо отталкиваться от следующих факторов:

- Параметры хранения. Иногда XML-данные лучше хранить как большой объект, а в других ситуациях — в реляционных столбцах. Каждый вариант хранения данных обеспечивает точность документа в разной степени.

- Обработка запросов. Иногда один вариант хранения данных лучше другого соответствует природе и интенсивности запросов XML-данных. Степень поддержки детализированных запросов XML-данных, например, оценки предикатов для XML-узлов, поддерживается двумя технологиями хранения данных в разной степени.

- Индексирование XML-данных. Возможно, потребуется проиндексировать XML-данные, чтобы ускорить обработку XML-запросов. Возможности индексирования зависят от технологии хранения данных; для оптимизации рабочей нагрузки нужно выбрать более подходящий вариант.

- Возможности модификации данных. Некоторые виды рабочей нагрузки сопряжены с детализированной модификацией XML-данных. Это может требоваться, например, при добавлении нового раздела в документ, в то время как при решении других задач, таких как обработка веб-содержимого, это не нужно.

- Поддержка схем. XML-данные можно описать при помощи схемы, которая может быть, а может и не быть документом XML-схемы. Поддержка связанных со схемой XML-данных зависит от XML-технологии.

Кроме того, технологии хранения XML-данных различаются по быстродействию [4].

Анализ стандартов и технологий хранения XML-данных в РСУБД, позволяет выявить как требования к самому web-приложению электронной библиотеки кафедры АСОИУ, так и к архитектуре базы данных приложения.

Также использование платформы для управления XML-данными в РСУБД позволяет хранить всю требуемую информацию централизованно в единой базе данных, не разделяя ее на несколько. Это позволит добиться большей производительности web-приложения, т.к. запросы будут идти к единому источнику хранения данных и не потребуются создания дополнительных сервисов для общения различных СУБД между собой.

Komlev A. S., Urmantseva N. R.

THE STORAGE OF BIBLIOGRAPHIC DATA OF THE ELECTRONIC LIBRARY OF THE DEPARTMENT OF THE INFORMATION PROCESSING SYSTEM TAKING INTO ACCOUNT THE SPECIFICS OF STANDARDS DESCRIBING ELECTRONIC DOCUMENTS

Surgut

The article describes the standards that describe electronic documents and identify the necessary bibliographic data. The analysis of ways of storage of bibliographic data in XML format using rsubd is carried out. The criteria for choosing how to store XML data are described.

Keywords: electronic library, bibliographic data, databases, XML.

Список использованной литературы

1. Е. Н. Филинов, А. В. Бойченко. Вопросы разработки профилей электронных библиотек URL: http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/methodology/profiles/profile_lib (дата обращения: 26.10.2017).

2. Комлев А. С., Урманцева Н. Р. Требования к электронной библиотеке образовательных ресурсов кафедры, методы и средства ее ведения и обслуживания пользователей на базе современных информационных технологий // Вестник кибернетики: научный журн. (электр. журн.). 2017. URL: https://drive.google.com/file/d/0B835_0BG1_tNc1IJREpVQmN3Snc/view (дата обращения: 26.10.2017).

3. Российский коммуникативный формат представления библиографических записей в машиночитаемой форме URL: <http://www.rusmarc.ru/rusmarc/format.html> (дата обращения: 26.10.2017).

4. Столбцы и типы XML-данных (SQL Server) URL <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/relational-databases/xml/xml-data-type-and-columns-sql-server> (дата обращения: 26.10.2017).

5. ANSI/NISO Z39.50 Information Retrieval: Application Service Definition & Protocol Specification URL: <https://www.loc.gov/z3950/agency/Z39-50-2003.pdf> (дата обращения: 26.10.2017).

6. MARC standards. URL: http://www.newworldencyclopedia.org/entry/MARC_standards (дата обращения: 26.10.2017).

7. SRU- Search/Retrieve via URL URL: <https://www.loc.gov/standards/sru/companion-Specs/transport.html> (дата обращения: 26.10.2017).

УДК 621.3.05.004.12

Краснюк А. А.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

г. Сургут

Разработана модель сети электроснабжения нефтедобывающих скважин для исследования несинусоидальности тока и напряжения. Данная модель позволяет получить гармонический состав тока и напряжения с целью определения влияния высших гармоник на показатели качества электроэнергии. Результаты модельных расчётов и экспериментальных данных качественно согласуются, что говорит об адекватности модели. Также построена модель сети для исследования провалов напряжения.

Ключевые слова: несинусоидальность, преобразователь частоты, гармонический анализ, показатели качества электроэнергии, провалы напряжения.

Объектом моделирования была взята система электроснабжения действующей скважины №18, относящейся к кусту №32 Ермаковского месторождения, рисунок 1 [3]. Добыча нефти и газа из глубинной скважины осуществляется механизированным способом. Для данного объекта были проведены экспериментальные исследования гармонических составляющих тока и напряжения в сетях 0,4-2 кВ [1].

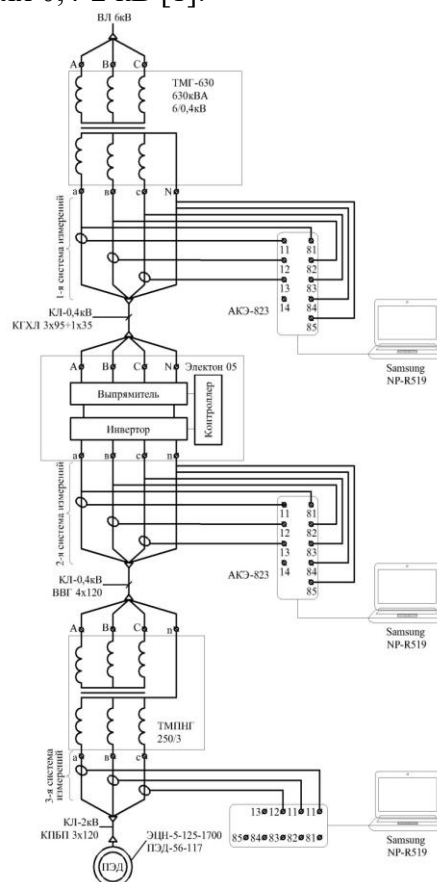


Рис. 1. Моделируемая схема

Разработка модели производилась в программном комплексе MatLab/Simulink [2] и представлена на рисунке 2.

Результаты моделирования и экспериментальных данных качественно согласуются, что говорит об адекватности модели – рисунок 3 – что также видно из таблицы 1.

Таблица 1

Сравнение результатов эксперимента и моделирования в системе измерения 1

№ гармоника	Система измерения 1			
	Напряжения, %		Токи, %	
	Эксперимент	Моделирование	Эксперимент	Моделирование
1	100	100	100	100
2	0,10	0,17	3,51	4,48
3	0,45	0,07	0,88	1,01
4	≤0,1	0,02	1,85	4,14
5	2,56	1,18	41,27	41,85
6	≤0,1	0,12	0,64	0,90
7	1,43	0,82	18,05	23,30
8	≤0,1	0,07	0,27	0,65
9	≤0,1	0,03	1,17	1,02
10	≤0,1	0,07	0,45	1,45
11	1,02	0,45	6,54	8,63
12	≤0,1	0,14	0,37	0,42
13	0,30	0,33	3,14	5,13
14	0,00	0,06	0	0,05
15	≤0,1	0,01	1,03	0,56
16	≤0,1	0,06	0,4	0,99
17	0,43	0,39	3,32	4,65
18	≤0,1	0,12	0,23	0,57
19	0,35	0,24	1,47	2,62

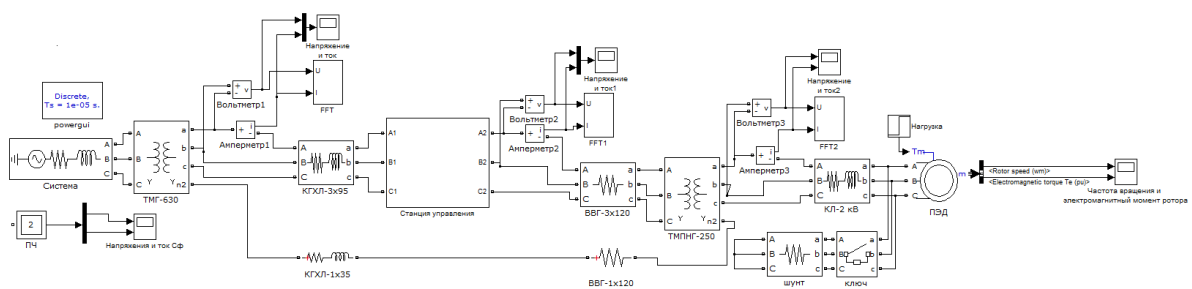


Рис. 2. Модель в MatLab/Simulink

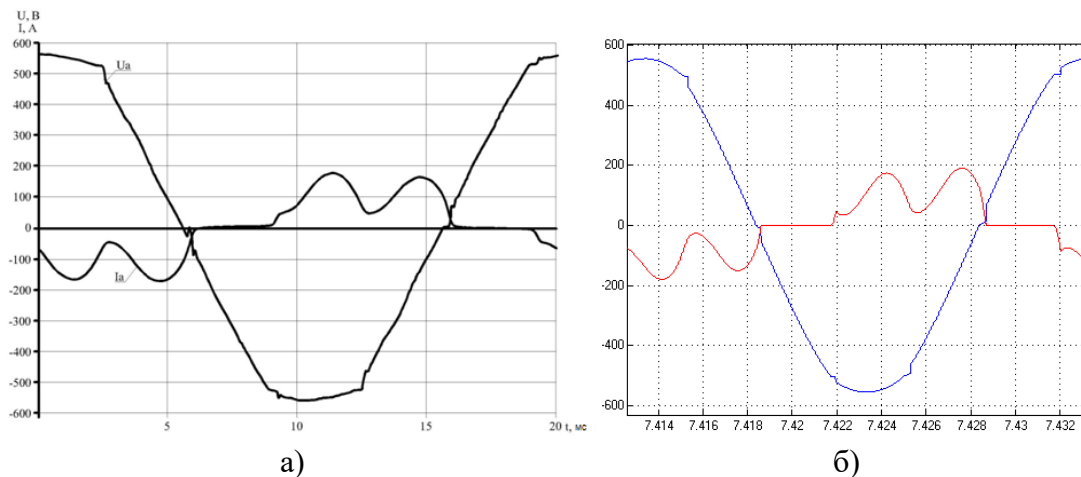


Рис. 3. Сравнение экспериментальных и полученных в модели осциллограмм токов и напряжения

Было оценено влияние провалов напряжения на искажения синусоидальности напряжения на основании разработанной модели, представленной на рисунке 4.

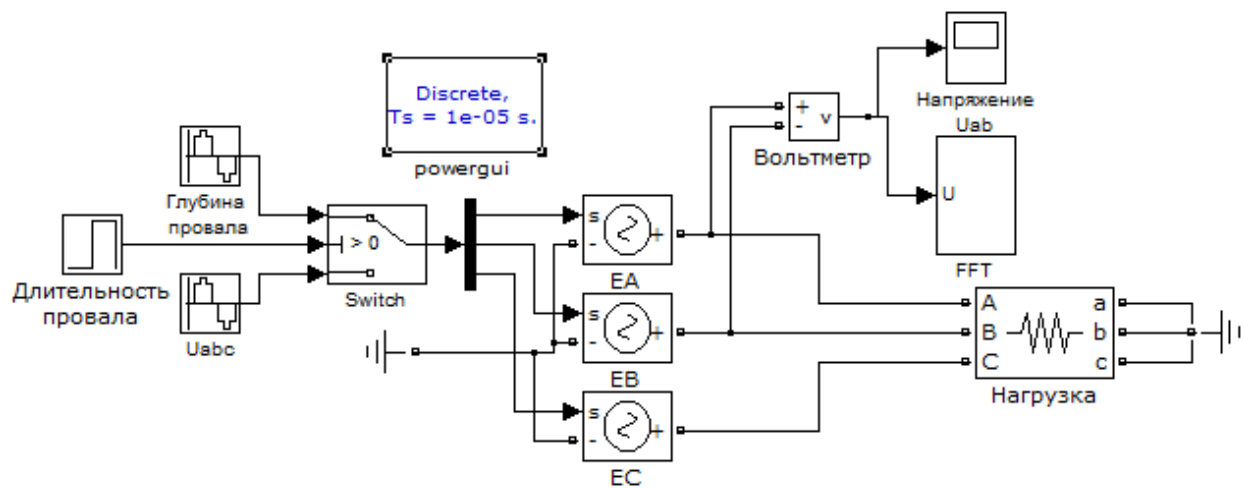


Рис. 4. Модель для оценки провалов напряжения

Моделирование показало – рисунок 5 – что наличие провалов напряжения не влияет на искажение синусоиды напряжения, следовательно, не происходит появления высших гармоник, а изменяется только амплитуда основной частоты 50 Герц.

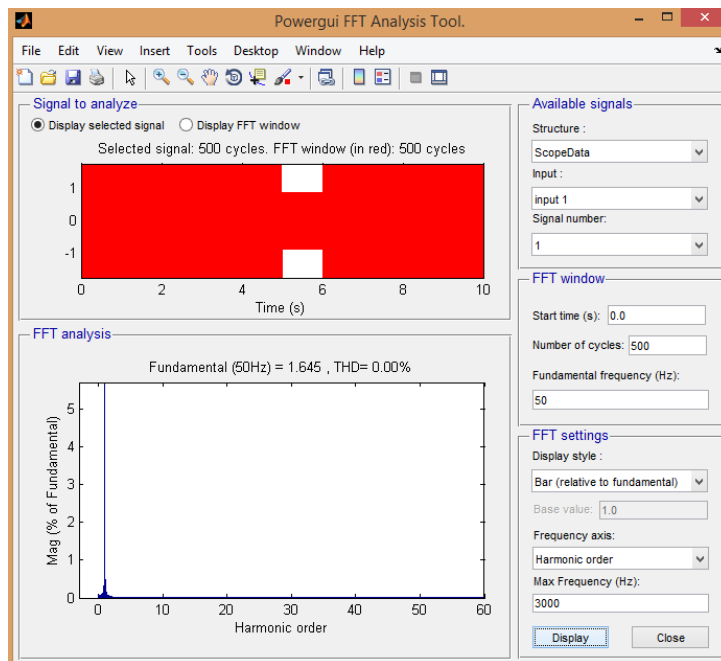


Рис. 5. Гармонический анализ для глубины провала 0,5 и длительности 1 с

Разработанная модель системы электроснабжения позволяет оценить гармонический состав напряжения и токов.

Результаты моделирования провалов напряжения показали хорошее согласие с результатами, полученными в работе [4].

Krasnyuk A. A.

DEVELOPMENT OF A MODEL OF THE ELECTRICITY NETWORK OIL WELLS FOR THE STUDY OF NON-SINUSOIDAL CURRENT AND VOLTAGE

Surgut

A model of oil wells power supply network for non-sinusoidality of current and voltage was developed. This model allows us to obtain the harmonic composition of the current and voltage in order to determine the influence of higher harmonics on the quality of electricity. The results of model calculations and experimental data are qualitatively consistent, which indicates the adequacy of the model. A network model is also developed to investigate voltage dips.

Keywords: non-sinusoidality, frequency Converter, harmonic analysis, power quality indicators, voltage failures.

Список использованной литературы

1. Данилов, Г. А. Повышение качества функционирования линий электропередачи / Г. А. Данилов, Ю. М. Денчик, М. Н. Иванов, Г. В. Ситников; под ред. В. П. Горелова, В. Г. Сальникова. – Новосибирск: Новосиб. гос. акад. водн. трансп., 2013. – 559 с.
2. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
3. Денчик Ю. М., Сальников В. Г. и др., Энергоэффективность систем электроснабжения истощающихся нефтедобывающих скважин // Вестник кибернетики – СурГУ 2016, №1 87-97с
4. Зацепина, В. И. Моделирование провалов напряжения в системах электроснабжения промышленных предприятий // Вестник Тамбовского государственного технического университета, с. 38-42

УДК 621.317

Логинов В. А.

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

г. Сургут

В статье рассмотрены принципы работы волоконно-оптической системы для виброакустического мониторинга. Основы методики идентификации воздействия на периметральную волоконно-оптическую систему разработаны на примере сигналов, полученных при тестировании системы на полигоне. Дано краткое описание волоконно-оптической системы, расположение кабель-датчика для проведения тестовых испытаний. Приводятся сигналы и их Фурье-спектры от двух типов воздействия на охраняемый периметр: кратковременные (δ -воздействия); протяженные по времени (τ -воздействия).

Ключевые слова: волоконно-оптические системы, виброакустический мониторинг, цифровая обработка, спектральный анализ.

Введение

Существует множество электронных охранных систем, основанных на различных принципах работы и обеспечивающих достаточную защищённость объекта. Однако существует проблема, связанная с наличием временного окна от момента проникновения на объект до момента срабатывания сигнализации. Для решения данной проблемы рационально использовать периметральные охранные системы с распределёнными по физической границе объекта датчиками. Особенно эффективны волоконно-оптические периметральные охранные системы, в которых в роли чувствительного элемента выступает оптическое волокно.

Для повышения эффективности системы охраны требуется разработка методики идентификации не только самой попытки проникновения, но и типа воздействия на физическую границу объекта. Обеспечить идентификацию типа воздействия можно посредством использования цифровой обработки сигналов системы.

Периметральная волоконно-оптическая охранный система, схема ее расположения и виды воздействия на периметр охраняемой территории при тестировании системы.

Периметральная волоконно-оптическая система, используемая в ходе испытаний, состоит из центрального блока с программным обеспечением и одномодового оптического кабеля-сенсора. Важная особенность системы заключается в том, что волоконно-оптический кабель-сенсор можно разделить на контрольные участки - зоны.

В волоконно-оптической системе применен когерентный оптический прием [1], который реализуется смешиванием на фотодетекторе излучений, отраженных от разных торцов чувствительной зоны оптического волокна.

Эти две волны одновременно достигают фотоприемника, где смешиваются на квадратичном по полю фотодетекторе, обеспечивая возможность реализации когерентного оптического приема. Здесь первая волна выступает в роли оптической несущей, которая модулируется по фазе при акустическом воздействии на чувствительную зону, а вторая – в роли опорной (волна «гетеродина»).

При отсутствии акустического воздействия на чувствительную зону, смешиваемые волны синфазны, что приводит к максимальному значению выделяемого сигнала. Акустическое воздействие приводит к изменению показателя преломления сердцевины волокна, а значит, оптической длины пути, что изменяет разность фаз между смешиваемыми волнами. В

результате синфазность волн нарушается, что приводит к уменьшению уровня выделяемого сигнала пропорционально величине акустического воздействия на чувствительную зону.

Для проведения тестовых измерений и дальнейших системных наблюдений в целях начального этапа формирования базы данных внешних воздействий, центральный блок волоконно-оптической системы охранной сигнализации располагается на первом этаже корпуса «УНИКИТ» Сургутского государственного университета и соединяется нечувствительной зоной кабеля-сенсора с чувствительными зонами. 1-я и 2-я зоны кабеля-сенсора закреплены по периметру на заборе, огораживающем автомобильную стоянку, примыкающую к корпусу «УНИКИТ» СурГУ, а 3-я зона закопана в землю у участка забора, где закреплена 1-я зона (см. рис.1).



Рис.1. Схема расположения кабель-сенсора при проведении исследований.

Длина зон кабель-сенсора, прикрепленных к забору равна 100 м, длина подземного участка – 50 м (см. рис.1). Чувствительные зоны подвергались двум видам внешнего воздействия: 1) кратковременное воздействие типа удар (δ -воздействие); 2) воздействие на протяжении некоторого интервала времени (интервальное воздействие – τ -воздействие), к подобному была отнесена тряска ограждения.

Характерные сигналы различных видов воздействия и их спектры

На рис. 2 представлен сигнал от удара по ограждению.

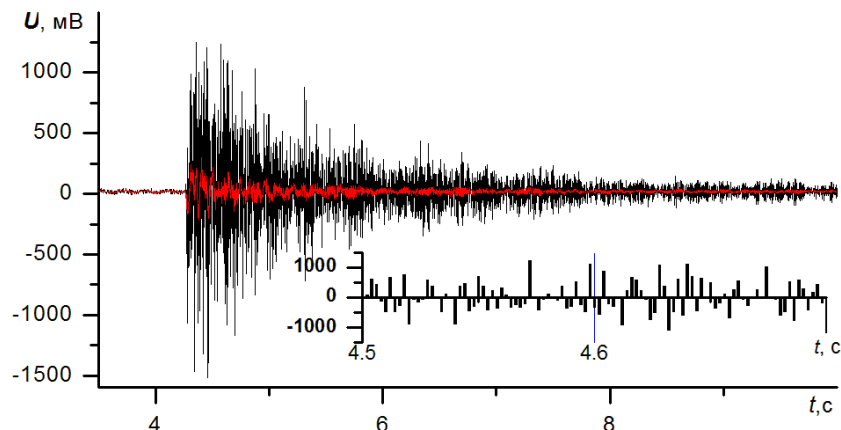


Рис. 2. Сигнал от удара по ограждению (красной линией на графике представлено усреднение исходного сигнала скользящим средним по 11-и точкам)

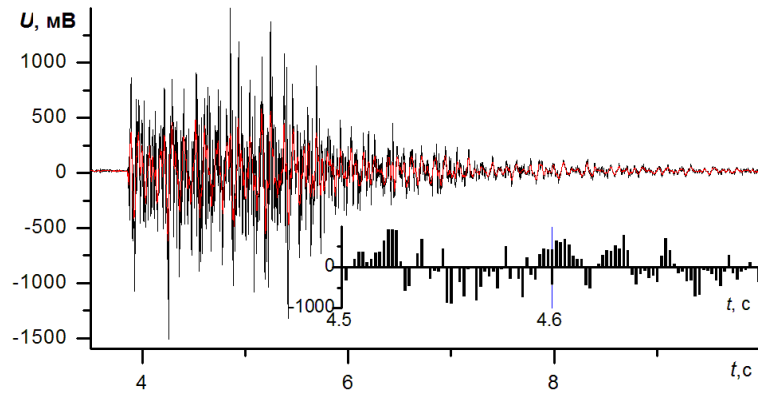


Рис. 3. Сигнал от тряски ограждения (красной линией на графике представлено усреднение исходного сигнала скользящим средним по 11-и точкам)

Как видно на рисунках отклик от δ -воздействия более высокочастотный, по сравнению с τ -воздействием, но для более детального рассмотрения частотных особенностей двух рассматриваемых типов воздействия на охранную систему сигналы биений были подвергнуты преобразованию Фурье [2, 3].

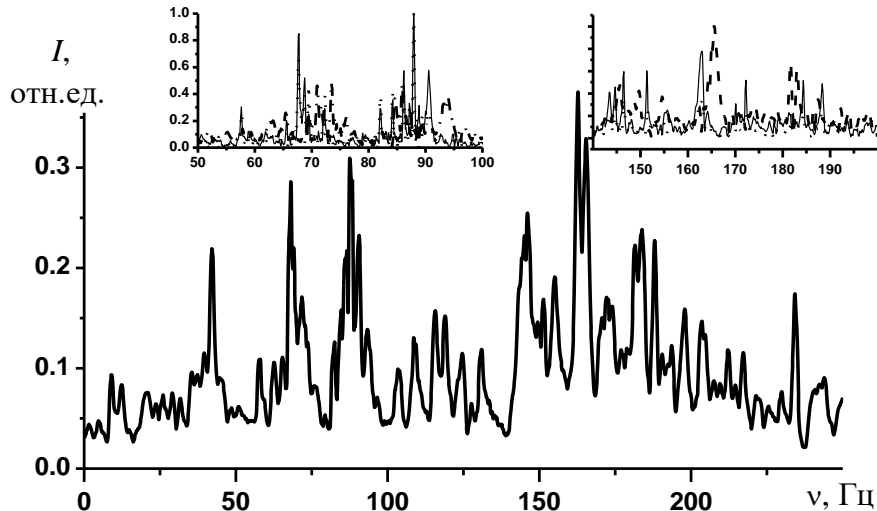


Рис. 4. Фурье–спектры δ -воздействия (внизу усредненный спектр по трем реализациям и сглаженный скользящим средним по 11 точкам;верху спектры отдельных реализаций)

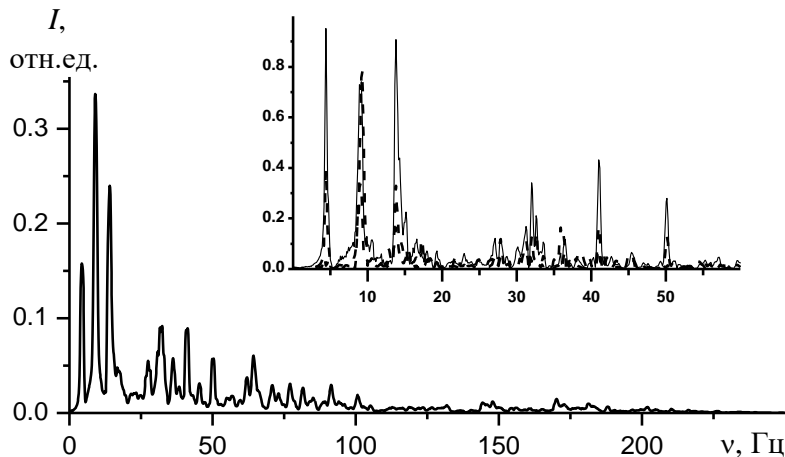


Рис. 5. Фурье–спектры τ -воздействия (внизу (с основной шкалой) усредненный спектр по трем реализациям и сглаженный скользящим средним по 11 точкам;верху спектр отдельной реализации).

Для δ -воздействия Фурье-спектр (рис.4) весь частотный диапазон, подающийся контролю с помощью волоконно-оптической системы при δ -воздействии, несет в себе некую информационную нагрузку. Но судить о характерных частотах для этого типа воздействия затруднительно.

Фурье – спектр τ -воздействия (рис.5) характеризуется большей определенностью: 1) возбуждаемые им гармоники сосредоточены в левой стороне спектра, в его низкочастотной части $0 \div 100$ Гц; 2) для всех трех реализаций имеет место хорошее совпадение возникающих гармоник по частоте, которые проявляются при 4,5 Гц, 9,0 Гц, 14,0 Гц и далее в диапазоне $30 \div 100$ Гц наблюдаются также 3 гармоники.

За основу методики идентификации типа воздействия можно взять идентификацию характерных гармоник произведения спектров нескольких реализаций сигналов:

$$S_{\text{хуз}}(\omega) = X(\omega)Y(\omega)Z(\omega) \quad (1)$$

Результат произведения, согласно уравнению (1), приведен на рис.5.

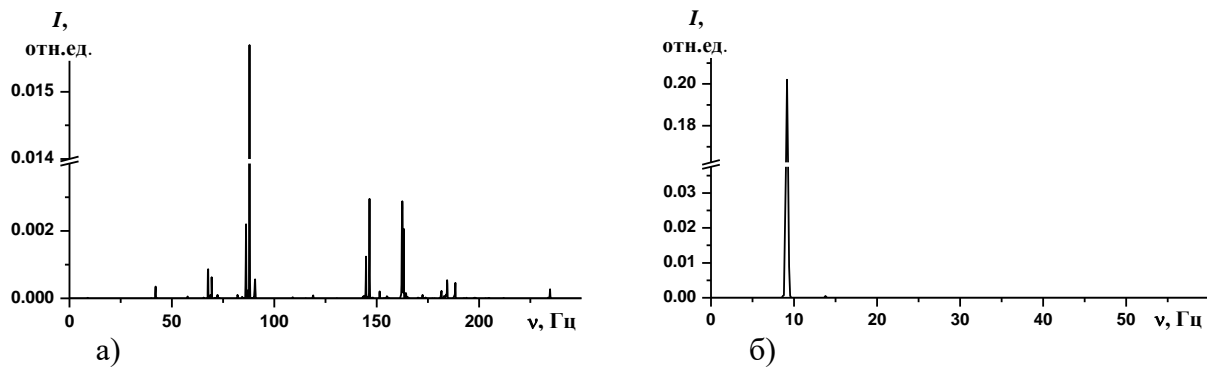


Рис. 6. Функция $S_{\text{хуз}}$ при: а) δ -воздействии; б) τ -воздействии.

На рисунках видна всего одна доминирующая частота, но для типа воздействия для каждого типа воздействия своя: для δ -воздействии- 88 Гц, а для τ -воздействием 9 Гц. Следовательно, они являются характеристичным для этих типов воздействия и были заложены как идентификационные частоты при реализации процедуры установления типа воздействия.

Для более точной идентификации используем расчет взаимной корреляционной функции сигналов разных типов воздействия и оценку её поведение, предварительно создав базу эталонных сигналов (5 реализаций сигналов каждого типа воздействия).

Перед тем как провести расчет ВКФ требуется пропустить эталонные и реальные сигналы через полосовой фильтр Чебышева 2-го рода с АЧХ представленной на рис. 7.

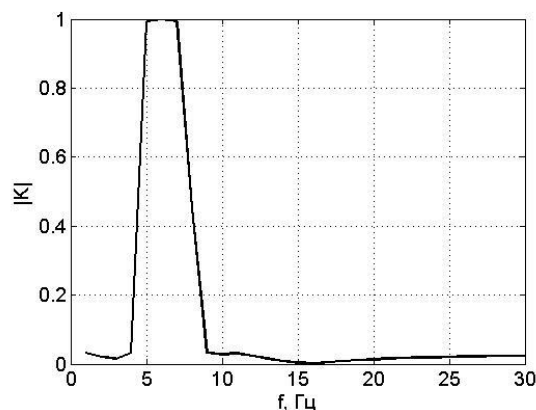


Рис. 7. АЧХ фильтра Чебышева 2-го рода

Далее рассчитываются ВКФ реального сигнала с каждым эталонным с последующим усреднением. На рис. 8 представлена ВКФ сигнала типа тряски с эталонными сигналами того же типа воздействия. На рис. 9 представлена ВКФ сигнала типа тряски с эталонными сигналами удара по ограждению.

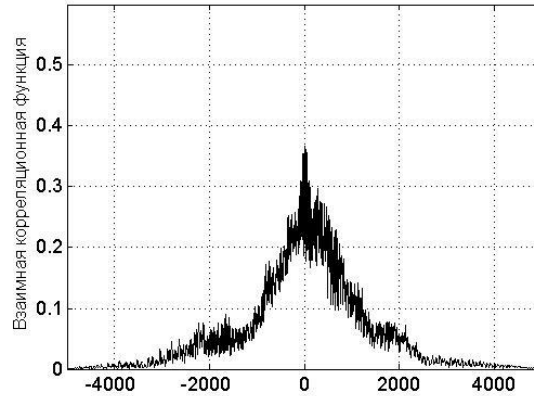


Рис. 8. ВКФ сигнала типа тряски с эталонными сигналами того же типа воздействия

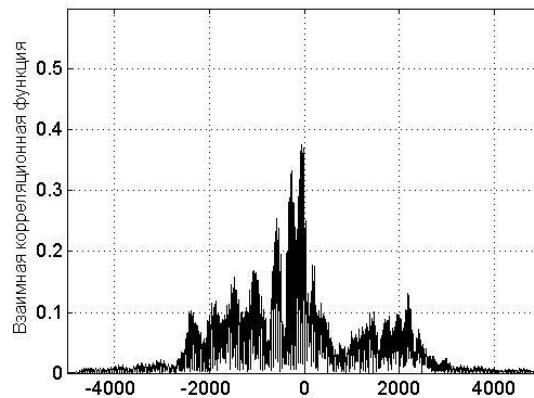


Рис. 9. ВКФ сигнала типа тряски с эталонными сигналами того же типа воздействия

Оценив характер ВКФ можно сделать вывод, что в случае расчёта для сигналов разного типа виброакустического воздействия в диапазоне от -1000 отсчётов до 1000 отсчётов появляются нулевые составляющие. Появление нулевых составляющих ВКФ говорит о том, что спектры сигналов перекрываются на частотной оси не полностью. В случае расчёта ВКФ для сигналов одно типа виброакустического воздействия эти нулевые составляющие отсутствуют.

В итоге основываясь на результатах анализа кросс-спектров сигналов и анализе характера ВКФ можно идентифицировать тип воздействия на ограду.

Loginov V. A.

DIGITAL SIGNAL PROCESSING FIBER-OPTIC SYSTEM OF VIBROACOUSTIC MONITORING

Surgut

The article describes the principles of fiber-optic system for vibroacoustic monitoring. The basics of the method of identification of the impact on the perimetric fiber-optic system are developed on the example of signals obtained when testing the system at the site. A brief description of the fiber-

optic system, the location of the cable sensor for testing. Signals and their Fourier spectra from two types of impact on the protected perimeter are given: short-term (δ -effects); long-time (τ -effects).

Key words: fiber-optic system of vibroacoustic monitoring, digital processing, spectral analysis.

Список использованной литературы

1. Фокин В. Г. Когерентные оптические сети. Новосибирск: СибГУТИ, 2015.-371с.
2. А. Б. Сергиенко. Цифровая обработка сигналов/А. Б. Сергиенко – СПб.:Питер, 2003. – 608 с.
3. Р.Отнес, Л. Эконсон. Прикладной анализ временных рядов. Основные методы. М.: Мир, 1982, 428 с.

УДК 004.81

Майер И. В.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ САЛИЕНТНОСТИ В ЗАДАЧАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

г. Сургут

В статье приводится обзор базовых монографий по теме компьютерного зрения. Выделяется сегментация, как один из этапов решения задач методами компьютерного зрения, и в рамках этого этапа описывается один из актуальных подходов на основе моделей saliентности. Рассматривается базовая классификация этих моделей, приводится несколько их примеров как основа для будущих исследований.

Ключевые слова: компьютерное зрение, модель saliентности, карта saliентности, сегментация.

Введение

Компьютерное зрение – это относительно молодая научная дисциплина, находящаяся на стыке нескольких наук, активно развивающаяся в последние десятилетия и одна из самых востребованных областей современных компьютерных технологий. Она занимается изучением задач извлечения полезной информации из изображений или последовательностей изображений с использованием статистических методов и моделей, построенных с помощью геометрии, физики и теории обучения [1, стр. 24], призвана дополнить возможности или даже заменить человека в задачах, связанных со сбором и анализом зрительной информации [2, стр. 5]. Эта необходимость очень актуальна в настоящее время и связана с всё возрастающим объемом визуальной информации, требующей анализа, с объемом которой человек уже не в состоянии справиться. В этой статье будет рассмотрен один из перспективных подходов, используемых при решении задач компьютерного зрения, основанный на моделировании внимания человека – модели saliентности.

Методы компьютерного зрения находят применение в различных областях, таких как: организация безопасности (системы видеонаблюдения), медицина (томография, микроскопия), управление процессами на производстве (роботы), военное дело, организация информации (задачи индексации баз данных), мониторинг объектов (лесные пожары, состояние линейных объектов) и другие.

В любой задаче предметной области, решаемой методами компьютерного зрения, можно выделить ряд основных этапов [3, стр. 26]. К ним относятся:

1. Построение модели – на этом этапе определяется модель, представляющая изображение в цифровой форме, пригодной для обработки на ЭВМ. Цифровое изображение может быть дополнительно обработано для более эффективной работы с ним на следующих этапах;

2. Сегментация – выделение на цифровом изображении областей (сегментов), обладающих некоторыми общими визуальными характеристиками. Как правило на этапе сегментации происходит выделение объектов и их границ;

3. Распознавание – это решение задачи классификации – основной задачи компьютерного зрения. Найденные на предыдущем этапе объекты относят к предварительно заданным классам, таким образом производится распознавание объектов на изображении.

Множество разработанных методов в области компьютерного зрения на сегодняшний день не позволяют решить задачу распознавания в общем виде (произвольные объекты в произвольных ситуациях), а способны решать лишь некоторые частные задачи, где метод работает только для определенного класса объектов (например, геометрические формы или лица людей) и распознавание их возможно только на изображениях, обладающих определенными характеристиками. Поэтому в разных разделах области компьютерного зрения сегодня остаются множество открытых вопросов и научных проблем.

Обзор монографий по компьютерному зрению

Существует несколько базовых монографий, наиболее полно охватывающих методологию решения задач и базовые понятия в области компьютерного зрения, дающих основы для дальнейшего изучения этой области. Среди них можно выделить следующие, уже ставшие классикой работы иностранных авторов, переведенные на русский язык: Д. Форсайт, Дж. Понс, «Компьютерное зрение. Современный подход», (2004), Р. Гонсалес, Р. Вудс, «Цифровая обработка изображений» (2005), Л. Шапиро, Дж. Стокман, «Компьютерное зрение» (2006), Б. Яне, «Цифровая обработка изображений» (2007), У. Прэтт, «Цифровая обработка изображений» в двух томах (1982). Авторы последовательно и системно описывают весь спектр методов компьютерного зрения: определение моделей изображения (пространственные и частотные методы улучшения изображений, вейвлет преобразования, вопросы восстановления изображений), методы сегментации (основанные на методах математической морфологии, теории графов), вопросы распознавания образов.

Актуальные вопросы компьютерного зрения в достаточной степени описаны и в современных монографиях отечественных авторов. Можно выделить базовую монографию под редакцией В. А. Сойфера, «Методы компьютерной обработки изображений» (2003). В ней уделено внимание теоретическим основам цифровой обработки изображений, описаны математические модели изображений, критерии качества и погрешности дискретного представления, методы повышения качества и оценки геометрических параметров изображений, элементы теории распознавания изображений. В учебнике Н. Н. Красильников, «Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений» (2011) в доступной форме описаны последние достижения в методах обработки изображений, дан весь необходимый математический аппарат решения типовых задач. Автор рассматривает такие разделы как статистические характеристики изображений и помех, колориметрические системы и управление цветом, работу зрительной системы и восприятие изображений, оцифровка изображений, линейная и нелинейная обработка, геометрические преобразования изображений, вопросы математической морфологии. В монографии «Новейшие методы обработки изображений» под редакцией А. А. Потапова (2008) приводится описание новых направлений в области обработки изображений и распознавания образов на основе сложного математического аппарата. В учебнике Ю.В. Визильтер и др. «Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий» (2010) авторы системно излагают материал курсов «Обработка и анализ изображений», «Машинное зрение» и «Математические методы анализа изображений».

По всем этапам решения задач компьютерного зрения существует масса исследований и публикаций, в которых описаны те или иные методы, применяемые на определенном этапе. Описанные в данной работе методы рассматриваются в контексте задачи сегментации - одной из основных задач компьютерного зрения. Сегментация – это разделение изображения на области, для которых выполняется определенный критерий однородности, например, выделение на изображении областей приблизительно одинаковой яркости. Выделяемая область изображения содержит группу элементов, имеющих определенный общий признак (свойство). Методы сегментации изображений позволяют выделять на изображениях области или границы областей, для дальнейшего анализа. Технически, это означает присвоение каждому пикселю изображения определенной метки, такой, что пиксели с одинаковыми метками имеют общие визуальные характеристики. Для некоторых задач компьютерного зрения результат сегментации изображения является решением, для задачи подсчета однотипных объектов на изображении, когда этап распознавания не требуется.

Обзор подхода на основе моделей салиентности

В настоящее время представляют интерес класс методов сегментации, основанных на построении моделей внимания или салиентности. Термин «салиентность» пришёл из лингвистики, он означает свойство некоторого объекта выделяться на фоне других объектов этого же типа, быть более заметным. Это определение имеет прямую связь с особенностями зрительного восприятия человека - во время просмотра сцены, человек не рассматривает все области сцены, а фокусирует своё внимание на отдельных областях, привлекающих внимание больше остальных, эти области называются фокусами внимания (в англоязычной терминологии *regions of interest – ROIs*) [6]. Описанный механизм функционирования позволяет организму фокусировать ограниченные ресурсы восприятия на наиболее важной части информации, полученной от органов чувств, что обеспечивает наиболее эффективные возможности обучения и выживания.

В 80-х годах XX века была разработана теория интеграции признаков [4], объясняющая этапы зрительного восприятия и считавшаяся одной из самых влиятельных в области изучения внимания [6]. На основе этой теории были разработаны первые модели салиентности [4], в работе [9] предложили модель, основанную на построении множества карт особенностей и объединении их в новую карту (изображение), которую назвали картой салиентности. Каждый пиксель такой карты (Рис. 1) представляет вероятность того, что при первом взгляде на изображение, человек обратит на него внимание. Системы, использующие модели салиентности в настоящее время так или иначе используют структуру обработки данных, предложенную в работах [9, 7].

Основываясь на принципах действия человеческой зрительной системы, модели салиентности позволяют выделить на изображении области, содержащие потенциально интересную информацию, для более детального её анализа, и отбросить области, не представляющие интереса в условиях большого объема визуальной информации, где другие методы сегментации могут оказаться не столь эффективными. Модели салиентности разрабатываются на стыке нескольких наук: психологии, нейробиологии, информатики и математики. Междисциплинарность в данном случае несёт не только плюсы, но и минусы, связанные с необходимостью ориентироваться в большом объеме работ в разных областях [6].

Рассматривая существующие подходы к построению моделей салиентности, можно на самом верхнем уровне выделить три их класса: «восходящие» (в англоязычной терминологии «*bottom-up*»), «нисходящие» («*top-down*») и интегрированные, на основе двух первых [5].

Восходящий подход основан только на визуальных характеристиках изображения и не учитывает контекст, то есть не требует предварительных знаний о сцене. Они имеют дело с особенностями изображений, которые рефлекторно привлекают внимание человека: световой и цветовой контраст, фокус камеры, движение в сцене, глубина сцены (объекты переднего и заднего плана). Эти модели могут давать неудовлетворительные результаты, упуская из виду

семантически значимые для человека объекты, такие как лица людей или вывески на зданиях [8], но на сегодняшний день остаются наиболее разработанными и изученными.



Рис. 1. Примеры исходных изображений (слева) и их карт салиентности (справа, для наглядности показаны в градациях разных цветов) (из набора данных MIT data set [8, 11])

Нисходящий подход наоборот требует дополнительных знаний о сцене, например, предварительно известно, что изображение будет содержать лица людей, знание этого факта влияет на алгоритм построения карты салиентности. Такие модели позволяют моделировать внимание, когда производится целенаправленный визуальный поиск.

Интегрированный подход к построению модели заключается в использовании обоих описанных подходов, путём их объединения могут быть получены лучшие результаты [10].

Надо сказать, что задача построения модели салиентности, отвечающей заданным критериям качества, в общем виде на сегодняшний день не решена. Метод построения карты салиентности, основанный на применении одной модели, может показывать отличные результаты для определенного класса сцен, но при этом давать неудовлетворительные результаты для сцен другого класса. Модели салиентности, основанные на распознавании лиц людей могут быть бесполезны для изображений, на которых людей нет, например, для пейзажных или спутниковых снимков. Поэтому на сегодняшний день существует множество разработанных моделей, применимых к конкретному классу сцен, но в последнее десятилетие в основном внимание уделялось алгоритмам, основанным на восходящих моделях [5]. Ряд работ, касающихся моделей салиентности, посвящены сравнительному анализу и классификации существующих моделей и алгоритмов построения карт салиентности [4, 5].

Можно выделить три распространенных модели салиентности, которые могут являться отправной точкой для дальнейшего изучения данной темы:

1. Модель на основе классического восходящего подхода [9, 7]. Модель основана на построении карт особенностей, формируемых исходя из интенсивности цветового контраста и ориентации элементов изображения. Сформированные карты особенностей нормализуются и суммируются, образуя готовую карту салиентности. Эта модель не учитывает высокоуровневые когнитивные механизмы, свойственные для нисходящих моделей, но тем не менее

может успешно применяться для большого класса сцен, не содержащих знакомые человеку объекты (например, источник света в вечернем парке) и представляет большой практический интерес в качестве отправной точки для дальнейших исследований.

2. Модели на основе распознавания образов. Алгоритм, соответствующий такой модели, для построения карты салиентности предварительно выполняет поиск некоторых образов на изображении (например, лиц людей, с использованием метода Виолы-Джонса). Далее, на основе этой и возможно некоторой дополнительной информации, полученных из изображения, выполняется выделение салиентных областей. Подобная модель на основе интегрированного подхода предложена в [10].

3. Темпоральные (временные) модели. Основаны на том, что движение является одним из важнейших факторов привлечения внимания людей. Такая модель может применяться для видеопоследовательностей. Алгоритм оперирует с движением фона и локальных областей изображения, оценивается их разница и на основе этого формируется карта салиентности. Учитываются так же скорости движения локальных объектов.

Модели салиентности описывают восприятие изображения человеком и потенциально позволяют решать задачи компьютерного зрения на качественно новом уровне, несомненно они представляют, как теоретический, так и практический интерес, и активно разрабатываются последние 25 лет [4]. Кроме задач компьютерного зрения, эти модели находят применение и в других приложениях: кодирование визуальной информации, компьютерная графика и дизайн, задачи автофокусировки, создание визуальных эффектов, реклама и маркетинг, мониторинг объектов и явлений. Надо сказать, что в настоящее время удовлетворительно разработаны только восходящие модели. Нисходящие и интегрированные модели пока в дефиците. Можно предположить, что решение ряда задач компьютерного зрения может быть существенно упрощено с развитием подходов, основанных на моделях салиентности и использовании их вместо традиционных подходов.

Mayer I. V.

THE APPLICATION OF MODELS OF CALIENTELE IN PROBLEMS OF COMPUTER VISION

Surgut

The article provides an overview of the basic monographs on computer vision. Segmentation is identified as one of the stages of solving problems by computer vision methods, and within this stage one of their actual approaches based on models of saliency is described. The basic classification of these models is considered, several examples are given as a basis for future research.

Key words: computer vision, model clientnode, map of clientele, segmentation.

Список использованной литературы

1. Дэвид, А. Форсайт. Компьютерное зрение. Современный подход / Форсайт. Дэвид А., Понс. Жан. – М. : «Вильямс», 2004. – 928 с.
2. Л., Шапиро. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; Пер. с англ. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. — 752 с., 8 с. ил.: ил.
3. Б., Яне. Цифровая обработка изображений / Яне. Б.. – М.: Техносфера, 2007. – 584 с.
4. Ali, Borji. State-of-the-Art in Visual Attention Modeling / Borji. Ali, Itti. Laurent. // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.. – 2013. – 35. – С. 185-207.
5. К., Duncan. Saliency in images and video: A brief survey / Duncan. К., Sudeep. Sarkar. // Computer Vision, ИЕТ. – 2012. – 6. – С. 514-523.

6. Simone, Frintrop. Computational visual attention systems and their cognitive foundations: A survey / Frintrop. Simone, Rome. Erich, I. Christensen. Henrik. // ACM Trans. Appl. Percept.. – 2010. – 7. – С. 1-39.
7. L., Itti. A Model of Saliency-Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis / Itti. L., Koch. C., Niebur. E.. // IEEE Trans. on PAMI. – 1998. – 20. – С. 1254-1259.
8. Tilke, Judd. Learning to predict where humans look / Judd. Tilke. и др. // in 'ICCV', IEEE Computer Society. – 2009. – . – С. 2106-2113.
9. C., Koch. Shifts in selective attention: towards the underlying neural circuitry / Koch. C., Ullman. S.. // Human Neurobiology. – 1985. – 4. – С. 219-227.
10. Zhang-Qin, Seak. Face segmentation using combined bottom-up and top-down saliency maps / Seak. Zhang-Qin, Ang. Li-Minn, Seng. Kah-Phooi. // Proceedings - 2010 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, ICCSIT 2010. – 2010. – 5. – С. 477-480.
11. Learning to Predict Where Humans Look [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://people.csail.mit.edu/tjudd/WherePeopleLook/index.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 29.10.2017).

УДК 004.4

Никифоров А. В.

ПРОГРАММНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН JAVA И .NET

г. Сургут

Статья посвящена программным интерфейсам взаимодействия виртуальных машин Java и .NET и проведено их сравнение.

Ключевые слова: Java, JNI, .NET, P/Invoke, Программные интерфейсы.

Java и C# входят в топ пять самых популярных языков программирования по рейтингу ТЮВЕ. Это означает, что на данных языках программирования написано множество программ и библиотек.

В основе этих языков лежит технология виртуальной машины. Код написанный на Java или C# сначала обрабатывается виртуальной машиной, а затем уже переводиться в машинные коды. Отсюда возникает вопрос: возможно ли взаимодействие этих виртуальных машин?

В этой статье будут рассмотрены два вида программных интерфейсов взаимодействия виртуальных машин Java и .NET.

Первый, это сетевой интерфейс. Данный интерфейс позволяет взаимодействовать двум виртуальным машинам по средствам передачи сетевых пакетов. Каждый пакет несет в себе информацию о том какую функцию должна выполнить другая виртуальная машина и информацию, требующуюся для выполнения данной функции. В качестве примера можно привести вызов функции сложения двух чисел. Виртуальная машина .NET формирует пакет, который содержит название функции и ее аргументы. После этого он отправляется виртуальной машине Java сформированный пакет и ожидает ответа от нее. Виртуальная машина Java получает пакет и разбирает его на составляющие. После этого виртуальная машина Java ищет заданную функцию по имени, полученному из пакета. После нахождения она вызывает функцию и пе-

редает в нее аргументы. По окончании выполнения функции формируется новый пакет, который содержит результат выполнения функции и отправляется виртуальной машине .NET. Виртуальная машина .NET получив результат, который потом использует при дальнейшем выполнении кода.

Данный способ очень популярен т. к. сейчас активно развиваются облачные технологии. Поэтому на его основе построены различные библиотеки. Например, gRPC или JNBridge-Pro. К достоинствам данного интерфейса можно отнести возможность разрешения части системы на удаленной машине. Однако он не лишен недостатков, если не будет сетевого соединения, то виртуальные машины не смогут взаимодействовать друг с другом.

Второй, это потоковый интерфейс. Данный интерфейс позволяет виртуальным машинам Java и C# работать в одном потоке. Принцип работы данного интерфейса заключается в том, что одна из виртуальных машин записывает данные в память, а вторая читает их из памяти и затем начинает обработку при помощи нужной функции. Нужная функция вызывается другой виртуальной машиной по средствам запроса. В качестве примера так же возьмем сложение двух чисел. Сначала виртуальная .NET записывает в память аргументы функции. Затем происходит вызов функции, которая после выполнения записывает результат в память. После этого виртуальная машина .NET читает результат из памяти и использует его при дальнейшем выполнении кода.

Однако этот способ менее популярен чем предыдущий. На основе этого интерфейса тоже построены различные библиотеки. Например, jni4net и Java C# Bridge. К недостаткам данного метода можно отнести дублирование типов данных для каждой платформы. Типы данных для обеих виртуальных машин должны дублироваться иначе они не смогут взаимодействовать. Но в отличии предыдущего интерфейса он лишен такого недостатка как неработоспособность в отсутствии сети.

В заключении можно сказать, что оба интерфейса обладают рядом преимуществ и недостатков в сравнении друг с другом. Представленные в статье виды программных интерфейсов можно реализовать самостоятельно в любом программном обеспечении или информационной системе. При выборе второго вида интерфейса стоит обратить внимание на JNI [1] и P/Invoke [2]. Данные технологии помогут при самостоятельной реализации второго вида интерфейса в своих проектах. В будущем планируется провести анализ производительности каждого из интерфейсов при помощи бенчмарка. По результатам анализа будет написана рекомендация по области применения каждого из интерфейсов, а также даны советы по улучшению данных интерфейсов.

Nikiforov A. V.

SOFTWARE INTERFACES OF THE VIRTUAL MACHINES OF JAVA AND .NET

Surgut

The article is devoted to the program interfaces of interaction between Java and .NET virtual machines and their comparison.

Keywords: Java, JNI, .NET, P/Invoke, Program interfaces

Список использованной литературы

1. Шенг Лиэнг, Интерфейс JNI. Руководство по программированию и спецификация. - ДМК Пресс, 2014 г., с. 315.
2. Эндрю Троелсен, Язык программирования C# 6.0 и платформа .NET 4.6. - Вильямс, 2016 г., с. 1440.

УДК 621.316.93

Орлова В. В.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ОЦЕНКИ ГРОЗОУПОРНОСТИ ПС 110 КВ В РАЙОНАХ С ВЫСОКИМ УДЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ГРУНТОВ

г. Сургут

Проведен анализ влияния грунта с низкой проводимостью на формирование волн грозового происхождения, набегающих на подстанции с примыкающей высоковольтной линией (ВЛ), с применением метода Монте-Карло. Исследованы особенности волновых процессов при грозовом поражении линии в условиях нормальных грунтов. Разработаны волновые модели ВЛ и системы «грозозащитный подход – подстанция». Учтены случайные факторы: амплитуда и фронт импульса тока молнии, удаление точки удара от ПС и вид грозового поражения на подходе. Волновые процессы и перенапряжения рассматриваются при помощи волновой модели системы «грозозащитный подход – подстанция».

Ключевые слова: Метод Монте-Карло, подстанция, волновая модель, перенапряжения, грозозащитный подход.

Обеспечение грозоупорности ВЛ и подстанций (ПС) является актуальной задачей для ХМАО, где количество грозовых часов в году может быть 60 и более, а обеспечение надежности ВЛ и ПС затруднено тем фактом, что ВЛ и ПС располагаются в большинстве случаев в районах с высоким удельным сопротивлением грунта. Статистика грозовых отключений ВЛ в некоторые периоды (например, 2017 г.) свидетельствует о недостаточности принятых технических мер, регламентированных ПУЭ и другими нормативными документами. Практически отсутствуют рекомендации о способах грозозащиты подстанций в условиях грунтов с высоким удельным сопротивлением. Таким образом, анализ процессов при грозовом поражении ВЛ вблизи ПС, при котором на оборудовании ПС могут возникать опасные импульсные перенапряжения, является актуальным и необходимым для создания эффективной и достаточной грозозащиты этих объектов.

Классический подход для оценки показателей грозоупорности ПС выделяет 3 вида поражения молнией ВЛ (рис. 1).

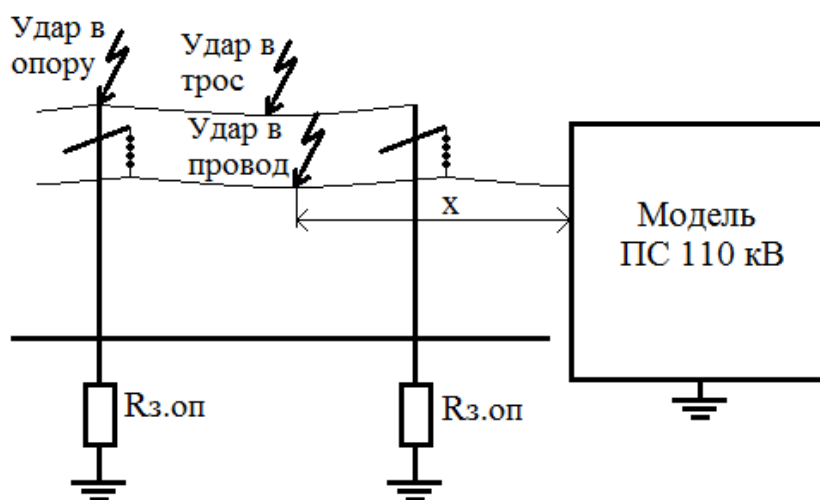


Рис. 1. Виды грозового поражения подхода к подстанции

Также выделяется удар молнии вблизи ЛЭП (индуктированные перенапряжения), но вероятность перекрытия линейной изоляции от индуктированных перенапряжений для ВЛ 110 кВ и выше очень мала, поэтому в расчетах ей пренебрегают.

Набегание на ПС грозовых волн с пораженной молнией примыкающей линии моделируется в виде источника импульса напряжения удвоенной амплитуды $2U_B(t)$, включенного через волновое сопротивление Z_B (рис.2).

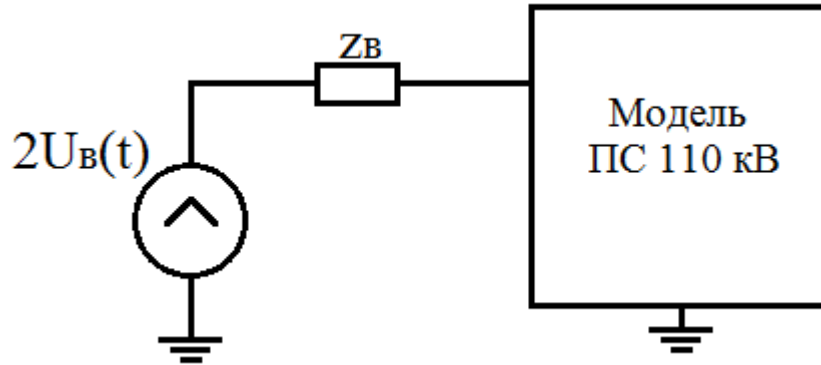


Рис. 2. Моделирование набегания на ПС грозовых волн

В нормативных документах [1, 2, 3] описаны требования к грозозащите ПС, соблюдение которых обязательно. Одним из требований является обеспечение сопротивления заземления опор на грозозащитном подходе в условиях грунтов с низкой проводимостью ($\rho > 500$ Ом·м) менее 20 Ом. Такие грунты встречаются повсеместно в ХМАО, а обеспечение требуемого сопротивления заземления опор является сложным и дорогостоящим мероприятием.

Такие особые случаи требуют проведения комплекса мероприятий по повышению грозоупорности и особых решений, не регламентированных ПУЭ и РД [1, 2], которые опираются на известный классический подход к оценке грозоупорности ВЛ и ПС и традиционные мероприятия, имеющие эффект при обычных условиях. Технические мероприятия по снижению числа грозовых отключений ВЛ в условиях грунтов с низкой проводимостью заключаются, в основном, в установке нелинейных ограничителей по трассе линии (линейных ОПН) [3]. Однако, как показывает опыт эксплуатации, даже при соблюдении требований нормативных документов [1, 2], проблема грозозащиты не решается полностью. Поражение молнией даже опоры или грозозащитного троса линии может привести к перекрытию изоляции, а в случае расположения линии вблизи ПС – к набеганию на подстанцию волн, опасных для ее оборудования. Такие случаи могут вызвать аварийное прекращение электроснабжения потребителей, нарушение работы подстанции или выход из строя оборудования, что абсолютно недопустимо.

Метод Монте-Карло при любом заданном числе n ударов молнии в грозозащитный подход и соответствующий численный анализ волновых процессов и грозовых перенапряжений в системе «грозозащитный подход – подстанция» позволяет спрогнозировать поведение этой системы в течение N лет и оценить эффективность грозозащитных мероприятий в виде ожидаемого числа опасных для оборудования подстанции воздействий за этот срок непосредственно, с учетом грозовой активности в регионе. Соотношение n/N оценивается известным из [2, 3] способом. Случайными параметрами или факторами при использовании метода Монте-Карло являются амплитуда I_m и фронт τ_f импульса тока молнии, удаленность удара молнии от ПС, а также вид грозового поражения – удар в трос, опору или прорыв молнии сквозь тросовую защиту (рис.3).

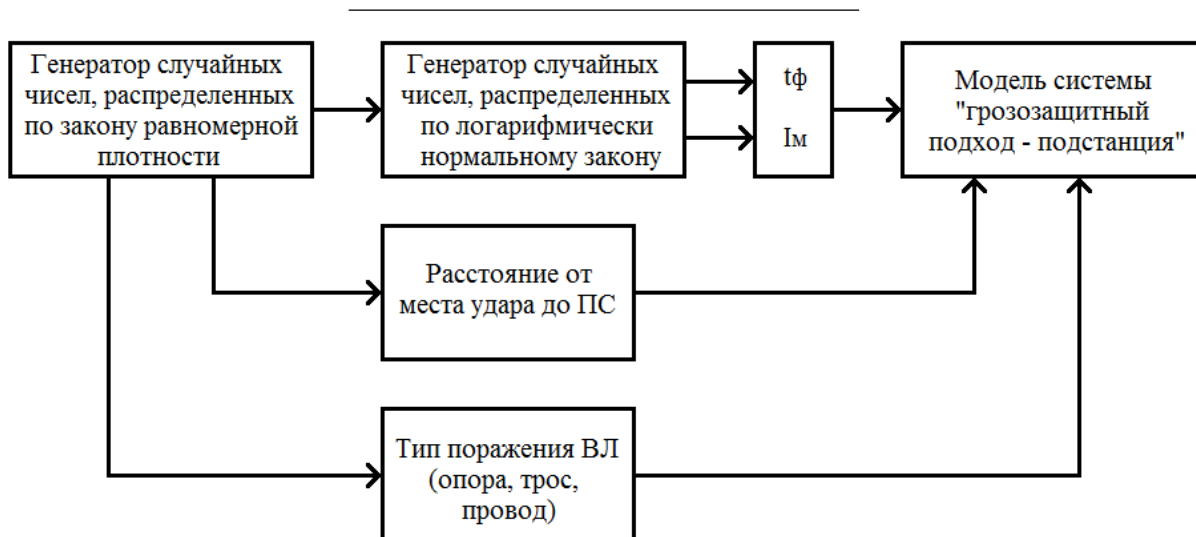


Рис. 3. Блок-схема определения случайных факторов при грозовом поражении подхода к ПС

Модель подстанции реализуется в соответствии с классическими рекомендациями [2, 3], но без упрощения схемы замещения до 3-4 эквивалентных узлов, а в полном виде с учетом расстояний между оборудованием по ошиновке, что вполне реализуемо при использовании современных ИТ-технологий.

Для сравнения двух методик рассчитано число лет безаварийной работы подстанции $T_{б.ав.}$ [4]. При использовании метода Монте-Карло $T_{б.ав.}$ определяется непосредственно через число опасных для оборудования ПС поражений в течение 1 года, приводящих к перенапряжениям на ПС с уровнями выше допустимого. Сравнение двух методик оценки для сопротивления заземления опор 20 Ом (что является предельно допустимым для подхода и грунтов с $\rho > 500 \text{ Ом}\cdot\text{м}$) и 50 Ом приведены в таблицах 1 и 2, соответственно.

Таблица 1

Сравнение расчетного числа перекрытий изоляции ВЛ на подходе длиной 1 км на 60 г.ч. $R_{з.оп.} = 20 \text{ Ом}$

	Перекрытий изоляции		Опасных волн	
	Метод Монте-Карло	Классический метод	Метод Монте-Карло	Классический метод
Удар в опору	0,060	0,098	0,024	0,098
Удар в трос	0,024	0,000	0,006	0,000
Удар в провод	0,018	0,012	0,006	0,012
Итого:	0,102	0,115	0,036	0,115
Число лет безаварийной работы				
Метод Монте-Карло		Классический метод		
27,7		8,69		

Таблица 2

**Сравнение расчетного числа перекрытий изоляции ВЛ на подходе
 длиной 1 км на 60 г.ч. $R_{з.оп.} = 50 \text{ Ом}$**

	Перекрытий изоляции		Опасных волн	
	Метод Монте-Карло	Классический метод	Метод Монте-Карло	Классический метод
Удар в опору	0,222	0,171	0,132	0,171
Удар в трос	0,084	0,000	0,036	0,000
Удар в провод	0,018	0,012	0,006	0,012
Итого:	0,324	0,188	0,174	0,188
Число лет безаварийной работы				
Метод Монте-Карло		Классический метод		
5,75		5,32		

Из приведенных выше таблиц видно, что перекрытие изоляции на грозозащитном подходе не всегда приводит к возникновению опасных для оборудования ПС волн, как считается в классической методике. Из числа перекрытий на подходе лишь треть приведет к набеганию на ПС опасных волн, что значительно влияет на число лет безаварийной работы ПС. Расчетное число лет безаварийной работы ПС по классической методике составляет всего лишь 5-9 лет, что абсолютно недопустимо для такого ответственного объекта.

Классический подход по оценке эффективности грозоупорности ПС 110-220 кВ, изложенный, например, в [2, 4], в условиях расположения ПС в районах с высоким удельным сопротивлением грунтов должен быть изменен, при этом грозозащитный подход и ПС должны рассматриваться как единый объект, в котором производится анализ волновых процессов при возможных типах поражения ВЛ молнией в статистической постановке, причем случайными факторами являются расстояние от точки молнии до ПС, вид поражения, а также амплитуда и фронт импульса тока молнии.

Orlova V. V.

**USING MONTE-CARLO SIMULATIONS TO ASSESS GROTOPHORST 110 KV
 SUBSTATIONS IN AREAS WITH HIGH RESISTIVITY SOILS**

Surgut

The analysis of the influence of soil with low conductivity on the formation of a wave of thunderstorm origin, incident at a substation with an adjacent high-voltage line, using the Monte Carlo method. Features of wave processes at thunderstorm defeat of a line in the conditions of normal soils are investigated. The developed wave model of the high-voltage lines and "ground approach to substation". Random factors are taken into account: the amplitude and the front of the lightning current pulse, the removal of the impact point from the substation and the type of thunderstorm damage on the approach. Wave processes and overvoltage protection are dealt with wave model system "approach of grounding – substation".

Keywords: Monte Carlo method, substation, wave model, overvoltage, lightning protection approach.

Список использованной литературы

1. Правила электроустановок 7-е издание, 4 раздел. – МинЭнерго России, 2003. – 69с.

2. Руководство по защите электрических сетей 6 – 1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений. – РД 153-34.3-35.125-99. – РАО «ЕЭС России». – СПб: изд-во ПЭИПК. – 1999. – 353 с.

3. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.130.10.197-2015. Методические указания по применению ОПН на ВЛ 6 – 750 кВ.

4. Базуткин В. В., Кадомская К. П., Костенко М. В., Михайлов Ю. А. Перенапряжения в электрических системах и защита от них. СПб.: Энергоатомиздат. 1995. 320 с.

УДК 378.147

Пономарев И. Д., Чаппаров Ф. Х.

РАЗРАБОТКА ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

г. Сургут

В статье представлена инфокоммуникационная система связи кафедры радиоэлектроники и электроэнергетики Сургутского государственного университета, обеспечивающая предоставление услуг доступа к различным сервисам информационной образовательной среды для сотрудников и обучающихся кафедры.

Ключевые слова: вычислительная локальная сеть, инфокоммуникационные технологии, образование.

На кафедре радиоэлектроники и электроэнергетики Сургутского государственного университета с 2015 года реализуется проект по повышению уровня автоматизации учебного процесса. Данная задача возникла на кафедре по нескольким причинам:

– увеличилось количество студентов кафедры, что потребовало более эффективных способов взаимодействия между преподавателями и студентами;

– в учебном процессе задействованы преподаватели из других университетов, что потребовало реализации дистанционного обучения;

– в учебный процесс вводятся современные образовательные комплексы: учебно-лабораторный программно-аппаратный комплекс СОТСБИ по изучению сетей связи следующего поколения NGN, лаборатория сетевых технологий Cisco, полигон телекоммуникационного оборудования.

Дорожная карта данного проекта включила в себя 3 этапа:

– внедрение сервиса поддержки дистанционного обучения;

– проектирование кафедральной локальной вычислительной сети;

– разработка методики преподавания дисциплин по направлению инфокоммуникационные технологии и системы связи (ИТиСС) с применением сервисов кафедральной локальной вычислительной сети.

В ходе реализации первого этапа в образовательный процесс внедрен сервер дистанционного обучения Moodle, в который интегрирован сервер видеоконференцсвязи BigBlueButton (BBB). Данные программные продукты относятся к открытому программному обеспечению (англ. open-source software) на основе свободных лицензий по типу GNU GPL. Серверы Moodle и BBB показали удобство и надежность в работе по сравнению с другими аналогичными продуктами.

На втором этапе спроектирована локальная вычислительная сеть, которая обеспечивает доступ:

- 1) к программно-аппаратному комплексу СОТСБИ из аудиторий кафедры и из сети интернет;
- 2) к полигону, по изучению сетевых технологий из аудиторий кафедры;
- 3) к интернету пользователям сети кафедры;
- 4) к серверу дистанционного обучения Moodle.

Таким образом построение надежной и доступной инфокоммуникационной платформы обеспечило условия создания будущего центра Cisco по обучению студентов и школьников работе с оборудованием данного производителя, доступ к комплексу СОТСБИ предоставил возможность изучения протоколов телефонов связи, таких как, SIP, MSCP, H.248 в дистанционном режиме, а использование терминальных классов, позволило обеспечить образовательный процесс рабочими станциями из расчета 1 станция на 5 студентов, что несомненно должно повысить успеваемость студентов совместно с организацией доступа к серверу видеоконференцсвязи ВВВ в обход загруженной локальной сети СурГУ.

Разработанная инфокоммуникационная система связи (рис. 1) включает в себя

- сеть кафедры радиоэлектроники и электроэнергетики с подключенными к ней рабочими станциями, персональными компьютерами, IP-телефонами, сетевыми принтерами;
- серверы с образовательными комплексами;
- серверы организации образовательного процесса, хранения материалов и поддержки видеоконференций;
- серверы администрирования локальной сети;
- терминальные серверы для рабочих станций;
- серверы доступа к учебному полигону телекоммуникационного оборудования, в том числе к учебному радиорелейному оборудованию, АТС телефонии, в том числе дистанционному из сети интернет;
- серверы удаленного доступа к учебному полигону Cisco;
- сеть Сургутского государственного университета, посредством которой обеспечивается доступ сотрудников кафедры и студентов к сети интернет.

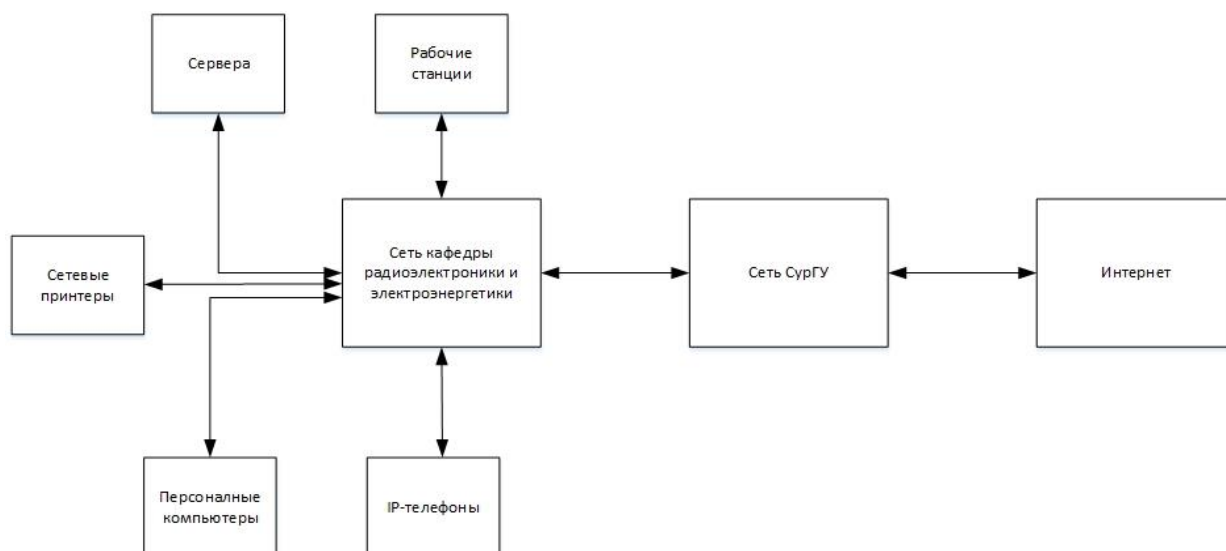


Рис. 1. Структурная схема инфокоммуникационной платформы.

В данное время преподавателями кафедры радиоэлектроники и электроэнергетики реализуется третий этап, в рамках которого в программу обучения бакалавров и магистров по направлению ИТиСС внедрен комплекс СОТСБИ, а также применяются сервисы Moodle и ВВВ.

В статье показано решение по повышению уровня автоматизации учебного процесса, с применением различных технологий и сервисов. Приведены возможности широкого внедрения данного решения в учебный процесс организаций дополнительного образования для школьников и студентов, занимающихся подготовкой к международным соревнованиям по системе WorldSkills, JuniorSkills.

Ponomarev I. D., Chapparov F. Kh.

DEVELOPMENT INFORMATION AND COMMUNICATION PLATFORM FOR THE TRAINING OF BACHELORS AND MASTERS IN INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY AND COMMUNICATION SYSTEMS

Surgut

The article presents the infocommunication communication system of the Department of radio electronics and power engineering of Surgut state University, providing access to various services of information educational environment for employees and students of the Department.

Key words: computational local area network, infocommunication technologies, education.

Список использованной литературы

1. Олифер В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник / В. Олифер, Н. Олифер – СПб Питер, 2016 – 992 с.
2. Одом. У Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCENT/CCNA ICND1 / У. Одом : Cisco – 706 с.

УДК 621.316.925.1

Романов А. М.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ И ОПТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

г. Сургут

В статье рассмотрена организация высокочастотных каналов релейной защиты и автоматики (РЗА) с ее особенностями и недостатками. А также представлен альтернативный вариант построения канала связи таких защит с использованием волоконно-оптического кабеля.

Ключевые слова: высокочастотная защита, релейная защита, автоматика, высокочастотная связь по линиям электропередач, волоконно-оптические линии связи.

Устройства релейной защиты воздушных линий (ВЛ) служат для быстрого отключения линии при возникновении на ней повреждения, чтобы исключить возможность повреждения аппаратуры и сбоя нормального режима работы энергосистемы в целом. Для обеспечения селективности данных защит по концам защищаемой линии электропередач устанавливают комплекты защиты, которые осуществляют обмен сигналами между собой. Физически канал передачи данных организуется непосредственно по фазным проводам воздушной линии. Высокочастотная (ВЧ) аппаратура может подключаться к проводам линии электропередачи

несколькими способами, начиная от сложных междуфазных схем подключения, заканчивая схемой «фаза-земля» (рис. 1), которая наиболее часто применялась в энергосистемах Советского Союза и является распространенной по сей день, т.к. обеспечивает максимальную экономию аппаратуры при достаточно хорошем качестве ВЧ тракта.

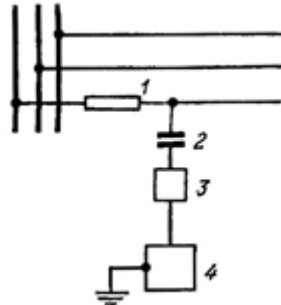


Рис. 1. Присоединение ВЧ аппаратуры к проводам ВЛ по схеме «фаза - земля»;
1 – ВЧ заградитель; 2 – конденсатор связи; 3 – фильтр присоединения; 4 – приемопередатчик.

Для подключения приемопередатчика (ПП) к проводам ВЛ применяют специальные устройства обработки и присоединения, позволяющие организовать тракт для передачи ВЧ сигналов и отделить высокое напряжение от слаботочной аппаратуры. Подключение аппаратуры к ВЛ производят через конденсатор связи (КС) высокого напряжения, который работает под полным фазным напряжением ВЛ. Нижняя обкладка конденсатора соединена с землей через малое индуктивное сопротивление линейной катушки фильтра присоединения (ФП), который согласует сопротивление ВЧ кабеля с входным сопротивлением ВЛ. Вследствие такого соединения нижнюю обкладку конденсатора можно считать заземленной для напряжения промышленной частоты. В фазный провод линии включают высокочастотный заградитель ВЗ, отделяя ВЧ канал от остальной сети по токам высокой частоты, так как оборудование высокого напряжения подстанции может иметь небольшое сопротивление для высоких частот канала связи, что приведет к утечке ВЧ сигнала на шины подстанции.

Фильтр присоединения, установленный у конденсатора связи, соединяют с аппаратурой высокочастотным кабелем. Для обеспечения безопасности работ с фильтром присоединения предусматривается возможность глухого заземления нижней обкладки конденсатора связи с помощью заземляющего ножа (ЗН) (рис. 2).

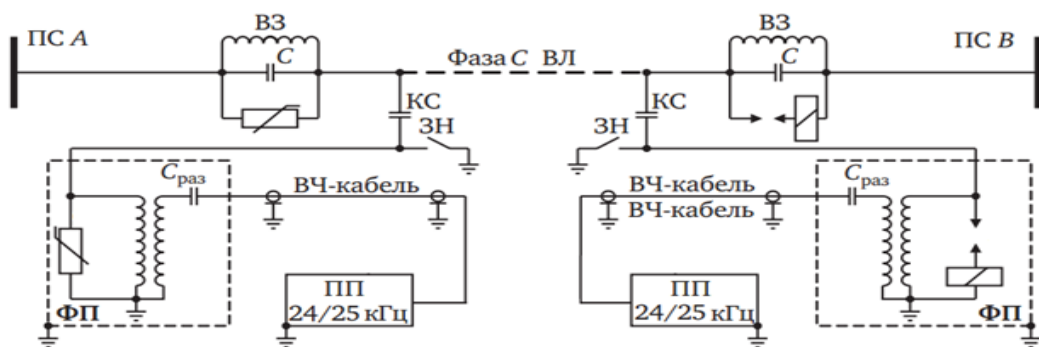


Рис. 2. Схема организации ВЧ канала защиты по типу «фаза-земля».

Высокочастотные каналы по ЛЭП характеризуются рядом негативных особенностей, обусловленных тем, что основным назначением линий электропередач является передача электрической энергии промышленной частоты.

Линии электропередач, входящие в схему ВЧ тракта, являются многопроводными несимметричными системами, в которых расстояние между проводами и высота подвеса проводов над землей соизмеримы. Поэтому в передаче сигнала в общем случае участвуют все провода ВЛ, несмотря на то, что присоединение, как правило, осуществляется к одному или двум проводам. Передача энергии сигнала происходит по нескольким волновым каналам с разными коэффициентами затухания и фазными скоростями распространения. Многоскоростной процесс распространения энергии вдоль линии обуславливает возможность интерференции между токами различных волновых каналов в нагрузке рабочего провода в конце линии и как следствие резкого увеличения затухания линии вблизи частот, при которых эта интерференция происходит.

Линия электропередач для ВЧ сигналов неоднородна (места транспозиции, ответвления, наличие ВЗ, изменение профиля подвески проводов), поэтому в местах неоднородностей энергия падающей волны в каждом из волновых каналов переходит в энергию проходящих и отраженных волн, что оказывает значительное негативное влияние на параметры ВЧ тракта.

Наличие высокого напряжения обуславливает появление помех от короны на проводах и от разрядов в поврежденной изоляции. Кроме помех от короны в сети высокого напряжения возникают помехи при переключениях, коротких замыканиях в сети и помехи атмосферных электрических разрядов.

Погодные условия также отрицательно сказываются на параметры ВЧ канала. Зимой уровень помех в среднем несколько ниже, чем летом. Наибольший уровень помех отмечают обычно при сильном дожде и снегопаде. Более того в регионах с высокой влажностью и низкими температурами зимой стоит проблема борьбы с обледенением проводов ЛЭП. Наличие гололеда («куржака») обуславливает не только дополнительные механические нагрузки на все элементы воздушных линий, а также повышенное затухание ВЧ сигналов, что приводит к уменьшению запаса по перекрываемому затуханию вплоть до просадки ВЧ канала до нулевого уровня на входе принимающей стороны (скин-эффект). Данное явление наиболее часто встречается в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностям, поэтому надежность ВЧ защит в таких регионах в зимнее время ниже, чем в летнее.

Устройства обработки и присоединения, необходимые для разделения токов ВЧ и промышленной частоты являются пассивными (т.е. не регенерируют и не усиливают сигнал) с коэффициентом передачи меньше единицы, поэтому каждое из них будет оказывать понижающее действие на уровень ВЧ сигнала. На практике данные устройства согласовать без существенных потерь практически не представляется возможным. Поэтому неоднородность волнового сопротивления ВЧ тракта провоцирует частичные отражения падающей волны от участков неоднородности и появление стоячих волн на участках ВЧ тракта, что затрудняет перенос полезной энергии ВЧ сигнала и приводит к его затуханию.

В ходе эксплуатации ВЧ каналов релейной защиты выявлено самое уязвимое звено ВЧ тракта – конденсатор связи. Обрывы его токоведущих частей, частичные пробой негативно влияют на схему фильтра присоединения, ухудшая его технические характеристики. Нередкими являются случаи взрывов конденсаторов связи, что угрожает жизни работников, находящихся на небольшом расстоянии от них. К наиболее распространенным неисправностям конденсаторов связи относятся: увеличение ёмкости, нарушение герметичности, разрушения, перегревы. Верхняя обкладка конденсатора связи находится под фазным напряжением, а нижняя – заземлена через фильтр присоединения. Таким образом, падение фазного напряжения происходит на сопротивлении всех элементов конденсатора и фильтра присоединения. Если в последовательной цепи «конденсатор - фильтр присоединения – земля» произойдет обрыв, то в схеме появится опасное напряжение. Обрыв цепи может произойти незаметно во время эксплуатации или ремонтных работ на фильтре присоединения. Поэтому работы в цепях фильтра присоединения представляют особую опасность для работников, обслуживающих данное оборудование.

Высокочастотная связь по проводам ВЛ является традиционным видом использования ВЛ для организации ВЧ защит. Однако ВЧ связь по ВЛ обладает рядом особенностей, рассмотренных выше. Все эти особенности негативно сказываются на надежности работы ВЧ каналов и удорожают технологию защиты линий.

Альтернативным способом передачи сигналов релейной защиты могут служить каналы, организованные по волоконно-оптическим кабелям. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) зарекомендовали себя с положительной стороны у специалистов в области систем передачи информации, т.к. данный вид связи обладает значительными преимуществами перед проводной электрической связью. Рациональность применения ВОЛС в системах электроэнергетики раскрывается в технических характеристиках самого волоконно-оптического кабеля, а именно:

1. оптоволоконный кабель совершенно не подвержен никаким внешним помехам, включая грозовые разряды, и не проводит электричество. По этой причине он может находиться в прямом контакте с высоковольтным электрооборудованием и силовыми линиями. При использовании оптоволоконных систем не образуются паразитные петли заземления. Гальваническая развязка различных элементов сети заключается в изолирующем свойстве волокна;

2. поскольку кабель изготовлен из стекла, он не восприимчив к действию большинства агрессивных химических веществ, вызывающих коррозию. Его, как правило, можно прокладывать непосредственно в грунте и использовать в корродирующей атмосфере на химических производствах;

3. носителем информации в оптоволоконных кабелях является свет, и поэтому при повреждении кабеля не возникает никаких искр, что в свою очередь существенно повышает пожаро- или взрывобезопасность. Оптоволоконные линии не несут опасности поражения электрическим током для ремонтного персонала. Данное свойство волокна наиболее актуально для нефтегазоперерабатывающих, химических, энергетических предприятий;

4. оптоволоконные кабели не подвержены вредному влиянию природных условий. Их можно прокладывать прямо на ВЛ. Оптическое волокно не создает вокруг себя никакого электромагнитного излучения, поэтому вопрос об обеспечении электромагнитной совместимости с другими устройствами энергосистемы полностью исключается;

5. большинство световодов общего назначения дает на длине волны 850 нм потери от 4 до 6 децибел на километр (то есть на одном километре теряется от 60 до 75% света). На длине волны 1300 нм потери снижаются до 3-4 дБ/км (50-60%), а на 1550 нм они еще меньше – не является чем-то необычным значение 0,5 дБ/км (10%). А такое затухание с небольшой дисперсией позволяют построить без ретрансляции линии, протяженность которых может составить более 100 км;

6. широкая полоса пропускания, обусловленная чрезвычайно высокой частотой несущей, дает потенциальную возможность передачи по одному оптическому волокну информации в несколько терабит в секунду. Большая полоса пропускания – это одно из наиболее важных преимуществ оптического волокна над медной или любой другой средой информации. Данное свойство ВОЛС позволяет организовывать каналы не только для нужд службы РЗА, но и для противоаварийной автоматики, телемеханики, связи и т.д.

7. Отсутствие аппаратуры присоединения и обработки. Организация ВЧ защит РЗА по ВОЛС исключает необходимость таких устройств, как: высокочастотный заградитель, конденсатор связи, фильтр присоединения, заземляющий нож (рис. 3). Это, в свою очередь, сокращает расходы предприятия на приобретения данных устройств и их техническое обслуживание, а также исключает риски поражения электрическим током работников, обслуживающих данные каналы связи.



Рис. 3. Организация работы приемопередатчиков (ПП) по двум выделенным ВОЛС по схеме «точка-точка».

Из перечисленного выше можно заключить, что совокупность преимуществ ВОЛС достаточно значительна по сравнению с ВЧ каналами по ЛЭП. Потому дальнейшее развитие и внедрение волоконно-оптических каналов для построения ВЧ защит воздушных линий и противоаварийной автоматики в электрических сетях является оправданным с экономической, технологической и технической точек зрения.

Romanov A. M.

THE ORGANIZATION OF THE HIGH-FREQUENCY AND OPTICAL COMMUNICATION CHANNELS FOR TRANSMISSION OF SIGNALS OF RELAY PROTECTION AND AUTOMATION

Surgut

The article considers the organization of high-frequency channels of relay protection and automation with its features and disadvantages. And also the alternative variant of construction of the communication channel of such protections with use of a fiber-optic cable is presented.

Keywords: High-frequency protection, relay protection, automation, high-frequency communication on power lines, fiber-optic communication lines.

Список использованной литературы

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.2013 № 328н Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.
2. Виноградов В. В. Волоконно-оптические линии связи. / В. В. Виноградов, В. К. Котов, В. Н. Нуприк. – М.: Желдориздат, 2002. – 278 с.
3. Гроднев И. И. Волоконно-оптические линии связи. Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб и доп. / И. И. Гроднев. – М.: Радио и связь, 1990. – 224 с.
4. Ефанов В. И. Электрические и волоконно-оптические линии связи. Учебное пособие / В. И. Ефанов. – 3-е изд., доп. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 149 с.

5. Зайцев Б. С. Чесноков В. Ф. Высокочастотный пост «ПВЗУ-Е» и его диагностика с применением комплекса «Ретом-ВЧм» / под ред. Б. С. Зайцева. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 172 с.
6. Кузнецов Ф. Д. Высокочастотная часть дифференциальных защит / Ф. Д. Кузнецов. – М.: «Энергия», 1971. – 80 с.
7. Малышев А. И. специальные измерения высокочастотных каналов по линиям электропередачи: Учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. / А.И. Малышев, Ю.П. Шкарин. – М.: Энергия, 1979. – 304 с.
8. Микуцкий Г. В. Высокочастотная связь по линиям электропередачи: Учебник для техникумов / Г. В. Микуцкий, В. С. Скитальцев. – 1-е изд. – М.: «Энергия», 1969. – 448 с.
9. Микуцкий Г. В. Высокочастотная связь по линиям электропередачи: Учебник для техникумов / Г. В. Микуцкий, В. С. Скитальцев. – 3-е изд. – М.: «Энергия», 1969. – 448 с.
10. Мусаэлян Э. С. Справочник по наладке высокочастотных устройств управления энергосистемами / под ред. Э. С. Мусаэляна. – М.: «Энергия», 1972. – 256 с.
11. Мусаэлян Э. С. Справочник по наладке каналов ВЧ связи по линиям электропередачи / под ред. Э. С. Мусаэляна. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 336 с.
12. Скитальцев В. С. Высокочастотные каналы релейной защиты. Приемопередатчик ПВЗ-90М. Учебное пособие. - 2-е изд. / В. С. Скитальцев. – СПб.: Центр подготовки кадров энергетики, 2005. – 128 с.
13. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-33.060.40.134-2012 от 30.10.2012. Типовые технические решения по системам ВЧ связи.
14. Шарварко В. Г. Волоконно-оптические линии связи. Учеб. пособие. / В. Г. Шарварко. – Таганрог: ТРТУ, 2006. – 170 с.
15. Штемпель Е. П. Полупроводниковый приемопередатчик высокочастотной защиты АВЗК-80 / Е. П. Штемпель. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 112 с.

УДК 51-74: 539.3: 69.04

Снигирева В. А.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРУБОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

г. Сургут

Рассмотрено современное состояние проблем применения и расчёта конструкций, предложены перспективные варианты трубобетонных конструкций. Описаны особенности напряжённо-деформированного состояния трубобетонных конструкций трёх типов (традиционной конструкции, бетонной стойки в стальной обойме, бетонной стойки в композитной обойме). Предложены формулы пространственного расчёта данных трубобетонных конструкций.

Ключевые слова: трубобетонные конструкции, композитные конструкции, всестороннее обжатие бетона, бетонная стойка в стальной обойме.

Введение

Трубобетонные конструкции представляют собой трубы, как правило стальные, заполненные бетоном (образующим внутреннее ядро) [5]. Данные конструкции находят применение, в основном, в качестве свай, колонн, элементов ферм. По мнению многих авторов, главным достоинством трубобетонных конструкций является повышение несущей способности бетона, вследствие действия реактивного бокового давления на бетон со стороны трубы [5].

Проблемы применения и расчета трубобетонных конструкций широко обсуждалась, начиная с первой половины 20-го века. При этом в разное время высказывались разные мнения о работе трубобетонных конструкций под нагрузкой. Многие экспериментаторы наблюдали, что несущая способность трубобетонных стоек повышается в сравнении с независимым нагружением стальной трубы и бетонной колонны [5; 6]. Однако существовал и иной взгляд относительно характера работы трубобетонных стоек под нагрузкой, высказанный к. т. н. Скворцовым Н. Ф. [7]. Он ставит под сомнение наличие обжатия бетона трубой, т. к. поперечные деформации бетона всегда отстают от поперечных деформаций стальной трубы, а значит бетон не получает обжатия стальной трубой. Проведенный Овчинниковым И. И., Овчинниковым И. Г., Чесноковым Г. В. и Михалдыкиным Е. С. анализ существующих методик расчета трубобетонных конструкций показал, что «до сих пор нет надежной и приемлемой для практического использования расчетной модели трубобетонного сечения в предельном состоянии» [6].

Перспективы применения трубобетонных стоек различных конструкций и расчет их напряженно-деформированного состояния

Моделирование напряженно-деформированного состояния подробно описано в [3; 4]. При этом конструкция трубобетонной стойки рассматривается в соответствии и рис.1.

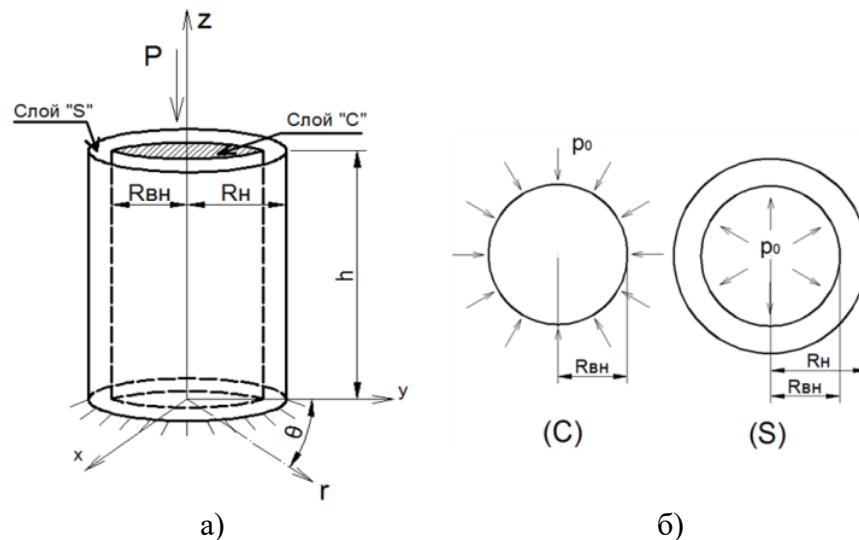


Рис. 1. а) трубобетонная стойка; б) сечение бетонного ядра и стальной трубы стойки (где z, θ, r – цилиндрическая система координат)

Для учета нелинейности деформирования бетона рассматриваем трехлинейную диаграмму на рис. 2. Считаем, что при $\sigma_{zz} < 0,6R_b$ напряжения в бетоне $\sigma_{rr}, \sigma_{\theta\theta}, \sigma_{zz}$ линейно зависят от деформаций, т. е. справедлив закон Гука [2] (случай 1, рис.2):

$$\begin{cases} \sigma_{rr} = \frac{E}{(1-2\nu)(1+\nu)} ((1-\nu)\varepsilon_{rr} + \nu\varepsilon_{zz} + \nu\varepsilon_{\theta\theta}); \\ \sigma_{zz} = \frac{E}{(1-2\nu)(1+\nu)} ((1-\nu)\varepsilon_{zz} + \nu\varepsilon_{rr} + \nu\varepsilon_{\theta\theta}); \\ \sigma_{\theta\theta} = \frac{E}{(1-2\nu)(1+\nu)} ((1-\nu)\varepsilon_{\theta\theta} + \nu\varepsilon_{rr} + \nu\varepsilon_{zz}), \end{cases} \quad (1)$$

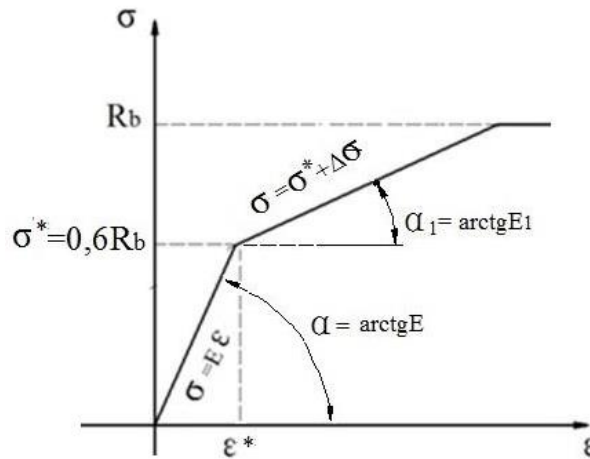


Рис. 2. Трехлинейная диаграмма деформирования сжатого бетона (напряжения и деформации используются без учета знака)

При $0,6R_b \leq \sigma_{zz} < R_b$ (случай 2, рис 2) получен пространственный закон напряженно-деформированного состояния бетонного ядра трубобетонной стойки:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta\sigma_{rr} = \Delta\varepsilon_{rr} \left(\frac{E}{1-\nu^2} + \frac{E^2\nu_1^2}{(1-\nu)(E_1(1-\nu) - 2\nu_1^2E)} \right) + \\ + \Delta\varepsilon_{\theta\theta} \left(\frac{E\nu}{1-\nu^2} + \frac{E^2\nu_1^2}{(1-\nu)(E_1(1-\nu) - 2\nu_1^2E)} \right) + \Delta\varepsilon_{zz} \frac{EE_1\nu_1}{E_1(1-\nu) - 2\nu_1^2E}; \\ \Delta\sigma_{\theta\theta} = \Delta\varepsilon_{\theta\theta} \left(\frac{E}{1-\nu^2} + \frac{E^2\nu_1^2}{(1-\nu)(E_1(1-\nu) - 2\nu_1^2E)} \right) + \\ + \Delta\varepsilon_{rr} \left(\frac{E\nu}{1-\nu^2} + \frac{E^2\nu_1^2}{(1-\nu)(E_1(1-\nu) - 2\nu_1^2E)} \right) + \Delta\varepsilon_{zz} \frac{EE_1\nu_1}{E_1(1-\nu) - 2\nu_1^2E}; \\ \Delta\sigma_{zz} = \frac{E_1^2(1-\nu)}{E_1(1-\nu) - 2\nu_1^2E} \left(\Delta\varepsilon_{zz} + \frac{E\nu_1}{E_1(1-\nu)} (\Delta\varepsilon_{rr} + \Delta\varepsilon_{\theta\theta}) \right). \end{array} \right. \quad (2)$$

$\Delta\sigma_{rr}, \Delta\sigma_{\theta\theta}, \Delta\sigma_{zz}, \varepsilon_{zz}, \Delta\varepsilon_{rr}, \Delta\varepsilon_{\theta\theta}$ – приращения напряжений и деформаций.

Напряженно-деформированное состояние материала стальной трубы подчиняется обобщенному закону Гука (1).

1) Традиционная конструкция трубобетонной стойки

В случае использования традиционной конструкции трубобетонной стойки внешняя нагрузка прикладывается на всё сечение.

Введем следующее обозначение: p_0 - радиальное давление на контакте слоёв (давление обжатия).

Решение данной задачи изложено в [3; 4]. Наибольший интерес представляет формула определения давления обжатия:

$$p_0 = P \cdot \frac{E^C \cdot E^S \cdot (\nu^C - \nu^S) \cdot (R_H^2 - R_{BH}^2)}{\alpha}, \quad (3)$$

$$\text{где } \alpha = \pi R_{BH}^2 E^C (E^S (1 - \nu^C - 2\nu^C \nu^S) (R_H^2 - R_{BH}^2) + E^C (1 + \nu^S) \cdot (R_{BH}^2 (1 - 2\nu^S) + R_H^2)) + \pi (R_H^2 - R_{BH}^2) E^S (E^S (1 - 2\nu^C) \cdot (1 + \nu^C) (R_H^2 - R_{BH}^2) + E^C (R_{BH}^2 (1 - \nu^S - 2\nu^S \nu^C) + R_H^2 (1 + \nu^S)))$$

Коэффициент Пуассона бетона $\nu^C=0,2$, стали $\nu^S=0,3$ (согласно СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003» и СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*»), следовательно, давление обжатия $p_0 < 0$, в связи с чем происходит отрыв

бетонного сердечника от стальной трубы, а значит, совместная работа бетона и стали не реализуется, что является неизлечимым недостатком традиционных трубобетонных конструкций. Данное обстоятельство также подтверждается при расчете традиционной конструкции с учетом нелинейного поведения бетона.

2) Бетонная стойка в стальной обойме

При применении данной конструкции внешняя нагрузка прикладывается только на бетонное ядро, а труба используется в качестве обоймы.

Случай, когда напряженно-деформированное состояние бетонного ядра стойки подчиняется закону Гука (1), т.е. при линейном поведении бетона (случай 1), подробно рассмотрен в работах [3; 4]. Формула определения давления обжатия имеет вид:

$$p^l_0 = \frac{P}{\pi \cdot R_{BH}^2} \cdot \frac{E^S \cdot \nu^C \cdot (R_H^2 - R_{BH}^2)}{\alpha}, \quad (4)$$

$$\text{где } \alpha = E^C (R_{BH}^2 (1 - \nu^S) + R_H^2 (1 + \nu^S)) + E^S (R_H^2 - R_{BH}^2) (1 - \nu^C)$$

Согласно формуле (4), давление обжатия p^l_0 всегда является положительной величиной, следовательно радиальные напряжения в бетонном ядре являются сжимающими, бетон находится в состоянии трехосного сжатия, что, как показывают опыты исследователей [1], оказывает положительное влияние на повышение прочности бетонного ядра.

При возрастании продольной нагрузки P напряженное состояние бетонного ядра стойки переходит в состояние, соответствующее случаю 2, т.е. нелинейному поведению бетона, и подчиняется закону (2). В работах [3; 4] была получена формула определения давления обжатия бетона:

$$p^H_0 = \left(\frac{P}{\pi R_{BH}^2} \frac{\nu_1^C}{E_1^C} + \frac{E^C \nu_1^C - E_1^C \nu^C}{E_1^C (1 - 2\nu^C) (1 + \nu^C)} (\nu^C \varepsilon_{rr}^* + \nu^C \varepsilon_{\theta\theta}^* + (1 - \nu^C) \varepsilon_{zz}^*) \right) \cdot \frac{E^C E^S (R_H^2 - R_{BH}^2)}{E^S (1 - \nu^C) (R_H^2 - R_{BH}^2) + E^C ((1 - \nu^S) R_{BH}^2 + (1 + \nu^S) R_H^2)}. \quad (5)$$

Применение таких конструкций наиболее перспективно при возведении фундаментов в труднодоступных, сложных грунтовых условиях и при строительстве крупногабаритных зданий.

3) Бетонная стойка в композитной обойме

Стальная обойма при нагружении бетонной стойки в стальной обойме оказывается недостаточно загруженной, так как исключается ее работа в продольном направлении. В связи с этим, во многих случаях применения трубобетонных конструкций, преимущественно в качестве колонн, наиболее целесообразно использовать композитную обойму (например – базальтопластиковую). Предлагается обойма, состоящая из радиальных несущих колец, обжимающих бетонное ядро, которые соединены между собой продольными монтажными стержнями, и связующей среды. Получим закон, описывающий напряженно-деформированное состояние такой оболочки.

Обобщенные соотношения деформаций описываем в виде системы:

$$\begin{cases} \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{\sigma_{\theta\theta}}{E_\theta} - \nu_{\theta r} \frac{\sigma_{rr}}{E_r} - \nu_{\theta z} \frac{\sigma_{zz}}{E_z}; \\ \varepsilon_{rr} = -\nu_{r\theta} \frac{\sigma_{\theta\theta}}{E_\theta} + \frac{\sigma_{rr}}{E_r} - \nu_{rz} \frac{\sigma_{zz}}{E_z}; \\ \varepsilon_{zz} = -\nu_{z\theta} \frac{\sigma_{\theta\theta}}{E_\theta} - \nu_{zr} \frac{\sigma_{rr}}{E_r} + \frac{\sigma_{zz}}{E_z}. \end{cases} \quad (6)$$

Считаем, что $E_z = E_r$, $\nu_{\theta z} = \nu_{\theta r}$, $\nu_{rz} = \nu_{zr}$, $\nu_{z\theta} = \nu_{r\theta}$, $\frac{\nu_{\theta r}}{E_r} = \frac{\nu_{r\theta}}{E_\theta}$ [2].

Выразим напряжения через деформации из формул (6). Тогда нижеприведенные формулы представляют собой пространственный закон напряженно-деформированного состояния композитной оболочки:

$$\begin{aligned} \sigma_{\theta\theta} = & \varepsilon_{\theta\theta} \left(E_{\theta} + \frac{\nu_{\theta r}^2 E_{\theta}^2}{E_r - \nu_{\theta r}^2 E_{\theta}} + \frac{\nu_{\theta r}^2 E_{\theta}^2 (1 + \nu_{rz})}{E_r (1 - \nu_{rz}^2) - 2\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} (1 + \nu_{rz})} \left(1 + \frac{(\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} + \nu_{rz} E_r)}{E_r - \nu_{\theta r}^2 E_{\theta}} \right) \right) \\ & + \varepsilon_{rr} \left(\frac{E_{\theta} E_r \nu_{\theta r}}{E_r - \nu_{\theta r}^2 E_{\theta}} + \frac{\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} + \nu_{rz} E_r}{E_r (1 - \nu_{rz}^2) - 2\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} (1 + \nu_{rz})} \left(1 + \frac{\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} + \nu_{rz} E_r}{E_r - \nu_{\theta r}^2 E_{\theta}} \right) \right) \\ & + \varepsilon_{zz} \cdot \frac{E_{\theta} E_r \nu_{\theta r} (1 + \nu_{rz})}{E_r (1 - \nu_{rz}^2) - 2\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} (1 + \nu_{rz})}; \\ \sigma_{rr} = & \varepsilon_{\theta\theta} \left(\frac{E_{\theta} E_r \nu_{\theta r}}{E_r - \nu_{\theta r}^2 E_{\theta}} \left(1 + \frac{(\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} + \nu_{rz} E_r) (1 + \nu_{rz})}{E_r (1 - \nu_{rz}^2) - 2\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} (1 + \nu_{rz})} \right) \right) \\ & + \varepsilon_{rr} \left(\frac{E_r}{E_r - \nu_{\theta r}^2 E_{\theta}} \left(E_r + \frac{\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} + \nu_{rz} E_r}{E_r (1 - \nu_{rz}^2) - 2\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} (1 + \nu_{rz})} \right) \right) \\ & + \varepsilon_{zz} \frac{E_r (\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} + \nu_{rz} E_r)}{E_r (1 - \nu_{rz}^2) - 2\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} (1 + \nu_{rz})}; \\ \sigma_{zz} = & \varepsilon_{\theta\theta} \frac{E_{\theta} E_r \nu_{\theta r} (1 + \nu_{rz})}{E_r (1 - \nu_{rz}^2) - 2\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} (1 + \nu_{rz})} + \varepsilon_{rr} \frac{E_r (\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} + \nu_{rz} E_r)}{E_r (1 - \nu_{rz}^2) - 2\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} (1 + \nu_{rz})} \\ & + \varepsilon_{zz} \frac{E_r (E_r - \nu_{\theta r}^2 E_{\theta})}{E_r (1 - \nu_{rz}^2) - 2\nu_{\theta r}^2 E_{\theta} (1 + \nu_{rz})}; \end{aligned}$$

Snigireva V. A.

PROSPECTS OF APPLICATION OF TCC IN CONSTRUCTION

Surgut

The modern state of problems of application and calculation of designs is considered, perspective options of pipe-concrete designs are offered. The features of the stress-strain state of three types of concrete structures (traditional design, concrete rack in a steel cage, concrete rack in a composite cage) are described. Formulas of spatial calculation of these pipe-concrete designs are offered.

Keywords: composite construction, composite construction, a full compression of the concrete, the concrete strut in a steel cage.

Список использованной литературы

1. Берг О. Я., Соломенцев Г. Г. Исследование напряженного и деформированного состояния бетона при трехосном сжатии // Труды Всесоюзного НИИ транспорта, строительства. М: 1969. Вып. 70. С. 106–123
2. Горынин Г. Л., Немировский Ю. В. Пространственные задачи изгиба и кручения слоистых конструкций. Метод асимптотического расщепления. Новосибирск: Наука, 2004. 409 с.
3. Горынин Г. Л., Снигирева В. А. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния трубобетонных конструкций с учетом нелинейного поведения бетона // Известия высших учебных заведений. Строительство. Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2017. № 4(700). С. 17-29.

4. Горынин Г. Л., Снигирева В. А. Напряженно-деформированное состояние трубобетонных конструкций при малых нагрузках // Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства». Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2016. С. 3-8.

5. Кикин А. И., Санжаровский Р. С., Труль В. А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. М.: Стройиздат, 1974. 144 с.

6. Овчинников И. И., Овчинников И. Г., Чесноков Г. В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 2. Расчет трубобетонных конструкций с металлической оболочкой // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», 2015. Том 7, №4.

7. Скворцов Н.Ф. Прочность сталетрубобетона: Дисс. докт. техн. наук. Москва, 1953. 453с.

УДК 665.71

Срыбник М. А., Грошева В. В., Эльман К. А.

ЗАДАЧА ЭМПИРИЧЕСКИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В МОДЕРНИЗАЦИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

г. Сургут

В настоящее время, математическое моделирование, безусловно, очень сложно переоценить, т.к. оно позволяет находить и анализировать зависимости параметров технологических процессов, а также таких характеристик как скорость реакций, состав продукционной смеси, селективность по ключевому продукту и конверсию сырья. В результате, найденные математические выражения обладают достаточной гибкостью, что позволяет использовать их в широком диапазоне параметров. Однако выявленные зависимости обладают некоторой погрешностью, которая увеличивается по мере усложнения модели и расширения области значений параметров [1; 2].

Ключевые слова: математическое моделирование, модернизация, нефтехимия, производство, уравнение.

В проектировании производств, а также их оптимизации чаще всего на практике применяют два метода моделирования:

1) Составление зависимостей в узком интервале параметров (давлений, температур, скоростей потоков и т.д.),

2) Нахождение эмпирических уравнений, связывающих те или иные величины (например, уравнение зависимости скорости реакции от температуры проведения процесса).

В настоящее время, одним из основополагающих процессов является дегидрирование [1; 3] – отщепление водорода от углеводорода. С его помощью синтезируют большое количество соединений, особое место среди которых занимает производство моноолефинов – сырья для процессов полимеризации, алкилирования, окисления и других. В результате, получаемый таким способом пропилен используется в процессах полимеризации, занимающих видное место в конъюнктуре нефтехимического рынка. Дегидрирование пропана протекает в реакторах, работающих в режиме, близком к идеальному вытеснению. Кинетика процесса описывается уравнением Лэнгмюра-Хиншельвуда (в условных единицах) [1; 3; 4]:

$$r_i = k_i \cdot \frac{P_{AH_2} - \frac{P_A \cdot P_{H_2}}{K_{eq}}}{(1 + b_{AH_2} \cdot P_{AH_2} + b_A \cdot P_A + b_{H_2} \cdot P_{H_2})^2}$$

Где k_i - константа скорости реакции; K_{eq} - константа равновесия; P_i - парциальное давление i -го компонента в смеси; b_i - коэффициент адсорбции i -го компонента; AH_2 , A , H_2 - соответственно, алкан, алкен и водород.

Из уравнения видно, что числитель характеризует движущую силу обратимой реакции дегидрирования, знаменатель - влияние адсорбционной составляющей. В результате, чем сильнее адсорбция реагентов и продуктов на катализаторе, тем больше значение знаменателя и ниже скорость процесс [1; 4]. Так же степень в знаменателе означает, что реакция протекает на нескольких реакционных центрах с участием нескольких соединений. Фактически, в исходной смеси содержится большое количество различных углеводородов, имеющих различные адсорбционные коэффициенты, которые к тому же имеют неодинаковые зависимости от температуры. Безусловно, математическая модель дегидрирования усложняется по мере увеличения количества веществ в реакционной смеси, а также при учете побочных реакций, протекающих одновременно с основной. Например, при дегидрировании пропана с учетом его крекинга, получают следующее уравнение [4]:

$$-r_{C_3H_8} = k_i \cdot \left(P_{C_3H_8} - \frac{P_{C_3H_6} \cdot P_{H_2}}{K_p} \right) : \left(1 + K \cdot P_{C_3H_6} \cdot P_{H_2}^{\frac{1}{2}} + K_{C_3H_6} \cdot P_{C_3H_6} + (K'' \cdot P_{H_2})^{\frac{1}{2}} + K_{H_2} \cdot P_{H_2} + K_{C_2H_4} \cdot P_{C_2H_4} + K_{C_2H_6} \cdot P_{C_2H_6} \right)^2$$

Очевидно, что для реального процесса уравнение будет иметь достаточно сложный вид, что также приведет к увеличению погрешности вычислений. Приближенное эмпирическое моделирование позволяет с высокой точностью предсказать поведение процесса при изменении его параметров. Поэтому его выгодно использовать в данной ситуации. Также при резком изменении технологии производства эмпирическая модель будет обладать значительной погрешностью вследствие наличия достаточно жестких связей математических формулировок с оборудованием и качеством реагентов (например, будет зависеть от марки катализатора и ширины контактной зоны). В итоге, вышеприведенное уравнение для скорости реакции дегидрирования можно представить в следующем упрощенном виде:

$$r_i = F_{j \text{ нач}}^n \cdot \frac{T_{emp}}{P_{res}} = F_{j \text{ нач}}^n \cdot \frac{k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}}{a_3 \cdot P_{\text{общ.к}}^3 + a_2 \cdot P_{\text{общ.к}}^2 + a_1 \cdot P_{\text{общ.к}} + a_0}$$

Где r_i - фиктивная скорость реакции, равная отношению изменения мольного расхода вещества в единицу времени к массе катализатора; $F_{j \text{ нач}}$ - начальный мольный расход j -го исходного компонента, кмоль/ч; T_{emp} и P_{res} - соответственно температурная и адсорбционная составляющая; n - условный порядок реакции, определяемый из экспериментальных данных; k_0 - фиктивная константа скорости реакции, $\frac{\text{кмоль}^{1-n} \cdot \text{ч}^{n-1}}{\text{с} \cdot \text{кг кат}}$; E - фиктивная свободная энергия (энергия активации), $\frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$; $R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ - универсальная газовая постоянная; T - абсолютная температура на выходе из реактора, К; a_3 , a_2 , a_1 , a_0 - коэффициенты, вычисляемые на основе производственных данных; $P_{\text{общ.к}}$ - общее давление на выходе из реактора, МПа.

Все обозначенные (вышеприведенные) параметры вычисляются на основе производственных данных стандартными методами физической химии.

Температурная зависимость включает в себя суммарную зависимость адсорбционных коэффициентов от степени нагрева и функцию константы скорости реакции, определяемую по аналогии с уравнением Аррениуса. В уравнении приняты две зависимости: от температуры и от общего давления потока на выходе из реактора. Так как процесс дегидрирования эндотермичен [1; 3] (протекает с поглощением тепла) температура потока на выходе из реактора всегда будет ниже, чем перед входом в него. Константа равновесия данной реакции по мере снижения нагрева уменьшается, следовательно, скорость реакции падает.

Адсорбционная составляющая учитывает влияние общего давления в реакторе на степень адсорбции углеводородов в ядре катализатора. Следовательно, суммарная глубина превращения (и скорость реакции) определяется минимальным значением константы равновесия, которое является таковым на выходе из реактора. В результате, с ростом давления увеличивается количество сорбированного вещества, из-за чего уменьшается количество активных центров на катализаторе и скорость реакции падает. Так же учет влияния каждого компонента не представляется возможным ввиду большого количества веществ в смеси и разной ориентации у поверхности катализатора. Подобные соединения описываются в формульном виде степенями от 0,5 до 1,5, что в купе со второй степенью знаменателя дает кубическое выражение. Поэтому для приближенных расчетов принят многочлен третьей степени. Конечное давление принимается потому что на выходе из реактора давление потока меньше, чем при входе в него сила адсорбции уменьшается. В итоге, водород диссоциирует на платиновом катализаторе, образуя различные промежуточные комплексы с углеводородами, ввиду чего количество учитываемых в расчетах компонентов резко возрастает. К тому же крайне проблематично определить адсорбционные свойства соединений, имеющих ограниченное время жизни.

Из этого следует, что минимуму адсорбированных соединений соответствует минимум давления углеводородного потока. Данное уравнение применяется для вычисления скорости образования любого органического вещества, образующегося в реакторе в ходе основной и побочных реакций. Гибкость применения уравнения обуславливается наличием степени, равной порядку реакций, для которой проводится вычисление скорости. Ввиду сокращения расчета адсорбционной составляющей снижается сложность уравнения, что также приводит к уменьшению временных затрат на расчет процесса.

На основе данного уравнения можно рассчитать скорости образования каждого компонента (их количество и свойства можно задавать случайно, если требуется лишь теоретически описать процесс в учебных целях). Зная количество катализатора и время контакта смеси с ним определяются мольные потоки каждого вещества, состав смеси и ее свойства. При изменении нескольких параметров (например, температуры, давления и скорости движения потока) получают полную характеристику процесса, которую можно представить ее в виде трехмерного графика (нескольких изоповерхностей).

С помощью приведенного уравнения определяют такие важные константы как, например, константу скорости реакции или энергию активации реакции. Так, для использующихся на производстве свежих катализаторов DeH-14, DeH-15 и DeH-16 энергия активации лежит в интервале от -70,66 кДж/моль до -53,71 кДж/моль [4]. Например, согласно расчетам, при увеличении температуры в двух реакторах из четырех и снижении давления в них можно добиться увеличения содержания пропилена в продукционной смеси почти на 10 % по массе. В случае катализатора DeH-16, применяемого на одном из предприятий ПАО «Сибур», расчетная величина составляет -72,43 кДж/моль. Данное значение свидетельствует о постепенной потере активности катализатором вследствие пассивации платины каталитическими ядами.

В результате, предложенное эмпирическое уравнение позволяет с большой точностью охарактеризовать процесс дегидрирования, протекающий в реальных реакторах. Рассчитать важные константы и получить зависимости адсорбционных составляющих от температуры и давления. К тому же уравнение может быть использовано для приближенной оценки основных характеристик подобных процессов, проводимых по различным технологиям и на разных катализаторах.

Sribnik M. A., Grosheva V. V., Elman K. A.

THE TASK OF EMPIRICAL MATHEMATICAL MODELS IN THE MODERNIZATION OF PETROCHEMICAL PLANTS

Surgut

At the present time, mathematical modeling, of course, is very difficult to overestimate, because it allows you to find and analyze the dependence of the parameters of technological processes, as well as characteristics such as the reaction rate, the composition of the production mixture, the selectivity of the key product and the conversion of raw materials. As a result, the found mathematical expressions have sufficient flexibility that allows using them in a wide range of parameters. However, the revealed dependencies have some error, which increases with the complexity of the model and the expansion of the range of parameter values.

Keywords: mathematical modeling, modernization, petrochemistry, production, equation.

Список использованной литературы

1. Дерюгина О. П., Ларченко А. О. Роль эмпирических математических моделей в модернизации нефтехимических производств // Нефть и газ Западной Сибири: материалы международной научнотехнической конференции. Т. 4. Бурение нефтяных и газовых скважин, машины и оборудование промыслов. Материалы и технология нефтяного машиностроения. Химия, нефтехимия и технология переработки нефти и газа / ТюмГНГУ; отв. ред. П. В. Евтин. – Т.: ТюмГНГУ, 2015. с.204-208.
2. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов. М.: Логос, 2012. 304с.
3. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988. 592с.
4. Лебедев Н. Н. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1984. 376с.
5. Farjoo A. Kinetic modeling of side reactions on propane dehydrogenation over Pt-Sn/ γ -Al₂O₃ catalyst // Scientia Iranica. Transactions C: Chemistry and Chemical Engineering. 2011. № 18. P. 458-464.

УДК 004.451.6

Шафикова А. Ф., Семенов О. Ю.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ АБОНЕНТОВ ТФОП К СЕТИ IP В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ NGN

г. Сургут

Произведено изучение пути, который должен пройти сигнал от абонента телефонной сети до сети IP. Рассмотрены устройства, с помощью которых осуществляется подключение терминалов сети доступа к сети IP, описано на основе каких параметров производится расчет нагрузок, необходимых потоков полезной и сигнальной информации.

Ключевые слова: мультисервисный узел доступа, телефонная сеть, шлюз, гибкий коммутатор, нагрузка.

Рассмотрим подключение абонентов, использующих подключение по аналоговым и цифровым абонентским линиям (ISDN-BRA), через интерфейсы PRI и V5.2, а также пакетные терминалы. Число необходимых шлюзов доступа рассчитывается на основе расчетного значения предполагаемой нагрузки, ограниченности длины абонентской линии, наличия мест для установки, характеристик оборудования, предполагаемого к использованию и топологии первичной сети. Так, например, максимальная длина абонентской линии для зоны обслуживания резидентного шлюза не должна превышать 3-4 км. Для шлюзов, осуществляющих подключение на основе интерфейсов V5, LAN либо УПАТС, зоны обслуживания данных объектов включаются в общую длину линии, обслуживаемую шлюзом [1].

Расчет показателей шлюза осуществляется на основе общего количества абонентов и емкости каждого из типов подключений. На рис.1 изображены различные абонентские терминалы и используемые ими протоколы.

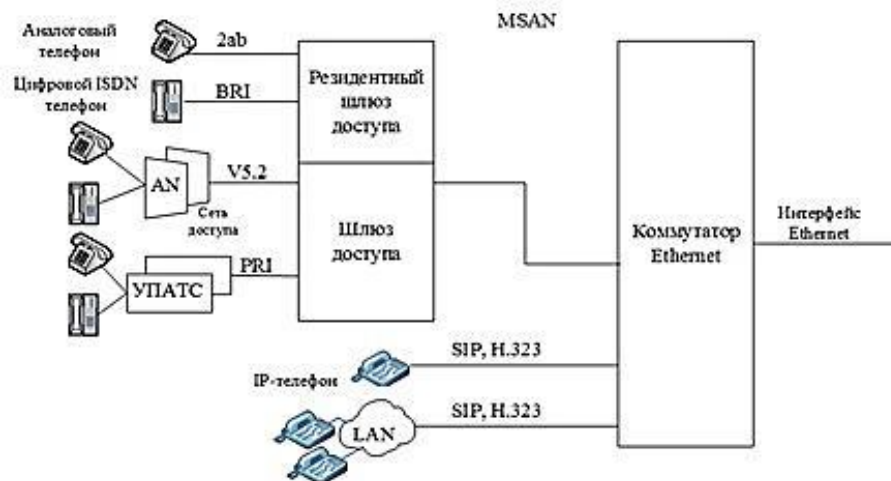


Рис. 1. Структура мультисервисного узла доступа MSAN

В состав MSAN обязательно входит пакетный коммутатор Ethernet. Общий транспортный ресурс, необходимый для подключения шлюзов доступа к такому коммутатору определяется как сумма транспортных потоков каждого из подключаемых шлюзов. Транзитные (транкинговые) шлюзы осуществляют подключение территориально приближенных АТС (автоматические телефонные станции) к пакетной сети. Как правило, данные шлюзы устанавливаются на существующих объектах сети с учетом структуры имеющейся сети связи общего пользования. Емкостные показатели транзитного шлюза зависят от нагрузки, поступающей от АТС, которая, в свою очередь, определяется числом первичных потоков E1 и удельной нагрузкой на один канал 64 кбит/с.

Для передачи аудиосигнала минимально возможного размера и с заданным качеством используют цифровое кодирование и компрессирование (сжатие) аудиоинформации, которое осуществляется с помощью кодеков. Обычно, для передачи речи от АТС используется стандартный кодек G.711. Типы кодеков различаются скоростью передаваемого потока, средним показателем оценки обеспечиваемого качества - MOS (Mean Opinion Score), требуемыми ресурсами процессора, величиной задержки кадра и пр. Как и для ТфОП, минимально необходимым для оборудования VoIP является ИКМ - кодирование G.711. Кодек G.729 сжимает исходный сигнал с потерей данных. Он имеет малую величину занимаемой полосы пропускания,

но худшее чем у G.711 качество. Основной идеей данного кодека является передача не самого оцифрованного сигнала, а его параметров (спектральной характеристики, количества переходов через ноль). При этом все основные характеристики голоса (амплитуда и тембр) сохраняются при декодировании на приемной стороне. Кодек G.729a является коммерческим, он популярен в различных корпоративных сетях и телефонных системах.

Так как в сетях с коммутацией пакетов передача факсимильной информации, модемных соединений и пр. не может осуществляться так же, как и в сетях с коммутацией каналов, то есть, посредством использования стандартного канала 64 кбит/с, в пакетных сетях используется эмуляция данного канала. Таким образом, необходимо учесть долю нагрузки, которая возникает при обслуживании вызовов без компрессии (сжатия) пользовательской информации, то есть с использованием полностью прозрачного канала без подавления пауз и с кодированием G.711 [2].

На основании анализа принятой информации и решения о последующей маршрутизации вызова оборудование гибкого коммутатора, используя соответствующие протоколы, осуществляет сигнальный обмен по установлению соединения с сетевым элементом назначения и управляет установлением соединения для передачи пользовательской информации с использованием протокола H.248 (для IP- коммутации) или ВСС (для АТМ-коммутации). При этом потоки пользовательской информации не проходят через гибкий коммутатор, а замыкаются на уровне транспортной сети. В случае использования на сети нескольких гибких коммутаторов они взаимодействуют по межузловым протоколам (как правило, семейство SIP-T) и обеспечивают совместное управление установлением соединения Рис.2.

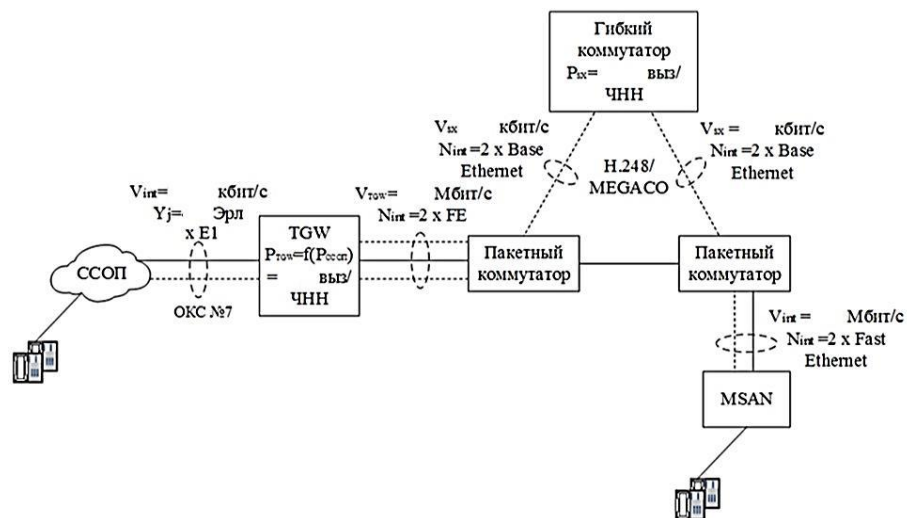


Рис. 2 Схема включения гибкого коммутатора для управления транзитными шлюзами и шлюзами доступа

Чтобы обеспечить передачу пользовательской информации по IP-сети, необходимо также передавать сообщения сигнальных протоколов. То есть для передачи сигнального трафика также должен быть предусмотрен транспортный ресурс сети. Для определения полосы пропускания передачи сообщений ОКС №7 используется методика перерасчета разговорной нагрузки в нагрузку ОКС №7, применяемая при проектировании сетей общеканальной сигнализации. Емкостные показатели, т.е. количество и тип интерфейсов, которыми оборудование

шлюза доступа будет подключаться к пакетной сети, определяется транспортным ресурсом, а также исходя из топологии сети.

Shafikova F. A., Semenov O. Yu.

CONNECTING CUSTOMERS TO THE PSTN TO THE IP NETWORKS WITHIN THE CONCEPT OF NGN

Surgut

The study of the path that must pass the signal from the subscriber telephone network to the IP network. The devices, which are used to connect terminals of the access network to the IP network, described on the basis of what parameters the calculation of loads, necessary flows of useful and signal information.

Keywords: multiservice access node, telephone network, gateway, flexible switch, load.

Список использованной литературы

1. Росляков А. В. Сети следующего поколения NGN // Учеб. пособие. – Самара, ПГУТИ, 2011. – 253 с.: ил.
2. Атцик А. А., Гольдштейн А. Б., Саморезов В. В. IP-коммуникации в NGN: методические указания по проведению лабораторных работ и практических занятий Санкт-Петербург, 2006. С. 18-19.

Научное издание

**РОЛЬ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ИНЖЕНЕРНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ**

*Материалы Всероссийской научно-практической конференции
7 ноября 2017 г.*

Технический редактор Д. А. Моргун

За информацию, содержащуюся в статьях, ответственность несут авторы

БУ ВО «Сургутский государственный университет»,
628412, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Сургут, пр. Ленина, 1. Тел. (3462) 76-31-79