



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru

ISSN: 2541-8394



№1(20)

НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

МОСКВА, 2019



НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Сборник статей по материалам XX международной
научно-практической конференции*

№ 1 (20)
Январь 2019 г.

Издается с декабря 2016 года

Москва
2019

УДК 51/53+62

ББК 22+3

НЗ4

Председатель редколлегии:

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

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. кафедры строительных материалов Полтавского инженерно-строительного института, Украина, г. Полтава;

Данилов Олег Сергеевич – канд. техн. наук, научный сотрудник Дальневосточного федерального университета;

Маршалов Олег Викторович – канд. техн. наук, начальник учебного отдела филиала ФГАОУ ВО "Южно-Уральский государственный университет" (НИУ), Россия, г. Златоуст.

НЗ4 Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам XX междунар. науч.-практ. конф. – № 1 (20). – М.: Изд. «МЦНО», 2019. – 38 с.

ISSN 2541-8394

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ISSN 2541-8394

ББК 22+3

© «МЦНО», 2019

Оглавление

Раздел 1. Технические науки	4
1.1. Авиационная и ракетно-космическая техника	4
ДИАГНОСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ	4
Дмитриенко Герман Вячеславович Федоров Александр Александрович	
1.2. Информатика, вычислительная техника и управление	9
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИОТ-ПРОТОКОЛОВ ДЛЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА	9
Бояркина Екатерина Павловна	
СОЗДАНИЕ ПРОГРАММЫ-ТРЕНАЖЁРА НАВЫКОВ ПЕРЕВОДА ЧИСЕЛ МЕЖДУ РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ СЧИСЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ БЕСПЛАТНОЙ СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ LAZARUS	13
Пожигаило Роман Андреевич Осипян Евгений Ромэнович Безнос Ольга Сергеевна	
1.3. Строительство и архитектура	19
СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО НАСЛЕДИЯ В РОССИИ	19
Тлизамова Наталья Сергеевна Лапунова Кира Алексеевна	
1.4. Транспорт	24
ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SMATH STUDIO В ВАГОНОСТРОЕНИИ	24
Писаренко Вадим Валерьевич Петров Геннадий Иванович	
1.5. Энергетика	30
РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЛОКАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ	30
Ахмадиев Рустем Фанилевич	

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗДЕЛ 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

1.1. АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

ДИАГНОСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Дмитриенко Герман Вячеславович

*д-р. техн. наук, ИАТУ УлГТУ,
РФ, г. Ульяновск*

Федоров Александр Александрович

*канд. техн. наук, ИАТУ УлГТУ,
РФ, г. Ульяновск*

Аннотация. В статье рассматривается использование радиоволнового метода диагностики полимерных композитов авиационного назначения. Приведено описание процесса измерения и методом интегральных уравнений.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы; углепластики; диэлектрическая проницаемость

Используемые обозначения и термины:

НКМ - низкоимпедансные композиционные материалы,

НК - разрушающий контроль,

МИУ - метода интегральных уравнений,

Введение

С 90 гг. прошлого века создаются новые полимерные композиционные материалы. Для отслеживания их свойств как в процессе изготовления и контроля готовых изделий авиационного назначения применяется не разрушающий контроль (НК). Наиболее информационным методом НК, является радиоволновые методы, в которых информационным параметром будет коэффициент отражения или коэффициент прохождения электромагнитной волны, в зависимости от структуры полимерного материала.

Произведем измерение $\underline{\varepsilon}$ НКМ углепластика марки У-ПУ (название условное) волноводным методом по методике и измерительной схеме, для традиционных материалов изложенной в [1]. Образец измеряемого материала устанавливается на открытый конец волновода в качестве короткозамыкателя и по измеренному комплексному коэффициенту отражения вычислить значения ε и $\text{tg}\delta$ по формулам Френеля, для метода

бесконечного слоя. Коэффициент отражения имеет вид $\underline{R} = \frac{1 - \sqrt{\underline{\varepsilon}}}{1 + \sqrt{\underline{\varepsilon}}}$,

где \underline{R} – комплексный коэффициент отражения, $\underline{\varepsilon} = \varepsilon(1 - j \text{tg}\delta)$, из формулы выражаются значения ε и $\text{tg}\delta$:

$$\varepsilon = \frac{(1 - R^2)^2 - 4R^2 \sin^2 \varphi}{(1 + R^2 + 2R \cos \varphi)^2}, \quad \text{tg}\delta = \frac{4R(1 - R^2) \sin \varphi}{(1 - R^2)^2 - 4R^2 \sin^2 \varphi}. \quad (1)$$

По формулам (1) построены зависимости относительной диэлектрической проницаемости ε и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ от $(|R|, \varphi)$.

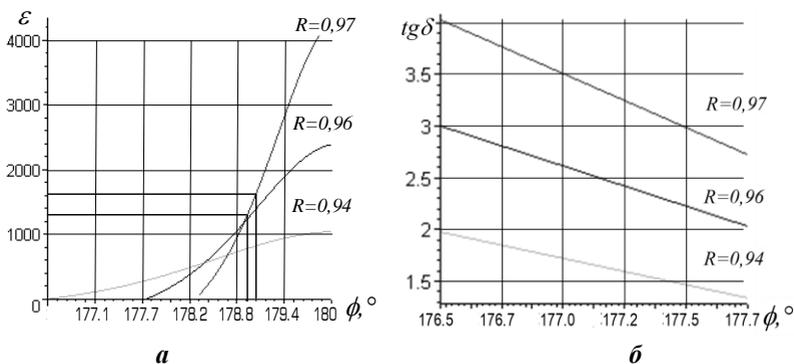


Рисунок 1. Зависимости ε и $\text{tg}\delta$ от модуля $|R|$ и фазы φ коэффициента отражения

Из рис. 1 видно, что фаза коэффициента отражения $\varphi \rightarrow 180^\circ$ графики очень быстро возрастают, имеют почти вертикальную зависимость, при небольшой инструментальной ошибке измерения фазы φ получатся большая ошибка определения относительной диэлектрической проницаемости ε , по данной методике.

Для повышения точности обработки получаемых результатов измерений характеристик изделия по его диэлектрическим параметрам, применяется более строгий с электродинамической точки зрения математический метод, метода интегральных уравнений (МИУ). Процедура составления интегральных уравнений производится через поверхностные токи, наводимые на поверхности образца НКМ и металлической конструкции волноводного датчика зондирующей электромагнитной волной, подробно описана [2, 3].

Модель электрически тонкого тела. Структура измерительного датчика на базе круглого волновода, МИУ позволяет численно рассчитать комплексный коэффициент отражения для рупора произвольной образующей [4]. Такая конструкция волноводного датчика эквивалентна схеме измерения в свободном пространстве. По аналогии с измерениями в свободном пространстве можно производить измерения диэлектрических параметров электрически тонких образцов НКМ (проводящие углепластики толщиной 1-2 мм, или стеклопластики используемые в качестве защитных колпаков, на радиолокатор самолета) на прохождение, добавив на выходе измерительного датчика приемную антенну (рис.2, б) или же эквивалент ее на круглом волноводе без рупора (рис.2, а).

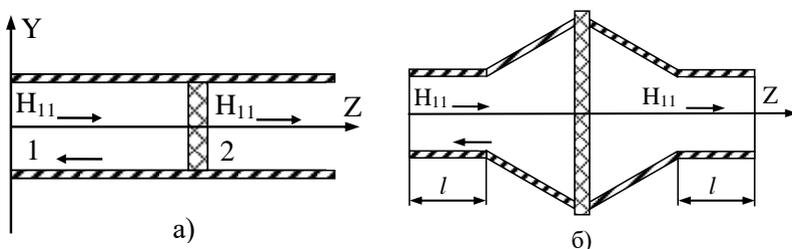


Рисунок 2. Конструкция волноводного датчика для измерений на прохождение: а) – на круглом волноводе; б) – на круглом волноводе с коническим рупором

Для измерения диэлектрических характеристик НКМ на прохождение электромагнитной волны сквозь материал, используется мощность

повышенного уровня, которая на выходе образца измеряемого материала имеет достаточный уровень мощности для измерительных приборов. Причина повышения мощности измерения связана из-за большого затухания электромагнитной волны в НКМ. Такие измерения производятся на образцах НКМ малой толщины (порядка 0,5–2 мм).

В измерениях на прохождение электромагнитной волны измеряемый образец НКМ представляется как электрически тонкое тело. Измеряемым параметром являются комплексный коэффициент прохождения [3]. Составляется система интегральных уравнений для внешней (освещенной) и тыльной (теневого) границ тонкого тела, используя уравнения. На внешней поверхности ($L1$) поле зондирующей волны создается током J^M , на тыльной поверхности ($L2$), прошедшая волна будет описываться наведенными токами J_2^M и J_2^E . Процесс составления интегральных уравнений такой же, как и в [1], учитывая на границах $L1$ и $L2$ граничные условия $[n, E] = Z[n, H]$, где n – внешняя нормаль, направленная в глубину образца НКМ, Z – диагональная матрица поверх-

ностного импеданса $Z = \begin{vmatrix} Z_{11} & 0 \\ 0 & Z_{22} \end{vmatrix}$. Матричный характер импеданса показывает, что он может быть различным по разным направлениям, при наличии анизотропии НКМ. Для импедансного тела. Запишем систему уравнений:

$$-\frac{1}{2} \tilde{J}_1^M(p_1) + \int_{L1} \xi_1^M \tilde{J}_1^M(q_1) dl + \int_{L2} \xi_1^E J_1^E(q_1) - \xi_1^M \tilde{Z}[\tilde{n}(q_1), J_1^E(q_1)] dl = 0 \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} J_2^M(p_2) + \int_{L1} \xi_1^M \tilde{J}_1^M(q_2) dl + \int_{L2} (\xi_2^E - \xi_1^E) J_2^E(q_2) - (\xi_2^M - \xi_1^M) \tilde{Z}[\tilde{n}(q_2), J_2^E(q_2)] dl = 0 \quad (3)$$

$$\frac{1}{2} J_2^E(p_2) + \int_{L1} h_1^M \tilde{J}_1^M(q_2) dl + \int_{L2} (h_2^M - h_1^M) J_2^E(q_2) - (h_2^M - h_1^M) \tilde{Z}[\tilde{n}(q_2), J_2^E(q_2)] dl = 0 \quad (4)$$

где: p_1, q_1 точки на границе $L1$, а p_2, q_2 на границе $L2$.

Уравнение (2) для внешней поверхности $L1$ аналогично уравнениям для однородного полубесконечного тела. Последний интегральный

член в левой части его учитывает отражение от тыльной поверхности. Уравнения (3), (4) описывают поле прошедшей волны, при этом первые интегральные члены учитывают влияние внешней поверхности. На обоих поверхностях выполняются граничные условия $\tilde{J}^M = -\tilde{Z}[n, J^E]$, $\tilde{Z} = Z/\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}$. Полученные уравнения представляют собой уравнения Фредгольма второго рода, которые решаются численными методами. Описываемый ток, в интегральных уравнениях на освещенной поверхности представляется как $J^M = J_{\text{над}}^M + J_{\text{отр}}^M$, на затененной поверхности $J^M = J_{\text{про}}^M$.

Решение интегральных уравнений производится проекционный численный метод (метод Галеркина) [2].

По предложенной теории был проведен контроль образца НКМ. По результатам измерений было определено значение относительной диэлектрической проницаемости материала У-ПУ $\varepsilon=940\pm 30\%$ и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta=1,3\pm 40\%$, имеющих модуль коэффициента отражения 0,94.

Список литературы:

1. Брандт А.А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. / А.А. Брандт. – М.: Изд-во Физматгиз, 1963. – 404 с.
2. Дмитриенко Г.В., Ривин Г.Л. Применимость радиоволновых методов для испытаний и диагностики композитов авиационного назначения для вновь запускаемых изделий. ФГУП «ВИАМ» 2018, ISBN 978-5-905217-30-2. <https://conf.viam.ru/conf/284/proceedings>.
3. Дмитриенко Г.В., Анисимов В.Г. Измерение диэлектрической проницаемости низкоимпедансных композиционных материалов на СВЧ / Г.В. Дмитриенко, В.Г. Анисимов //Измерительная техника – 2009. – № 2.
4. Дмитриенко Г.В., Федотов Л.В. Процесс контроля качества низкоимпедансных композиционных материалов на СВЧ / Г.В. Дмитриенко, Л.В. Федотов // Качество, инновации, образование – 2009. – № 10.

1.2. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИОТ-ПРОТОКОЛОВ ДЛЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бояркина Екатерина Павловна

студент,

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
РФ, г. Санкт-Петербург*

В последние несколько лет в центре внимания крупных промышленных предприятий, ведущих бизнесменов и политиков мира находится Четвертая промышленная революция или «Индустрия 4.0», в основе которой предполагается массовое внедрение киберустройств в предприятия промышленного производства. Распоряжением Правительства Российской Федерации 2016 года были определены цели, задачи, основные направления и сроки реализации основных мер государственной политики по созданию необходимых условий для развития цифрового производства в России. В программе «Цифровая экономика Российской Федерации» на 2017-2030 годы, утвержденной распоряжением правительства РФ 28.07.2017 г. № 1632, определены задачи развития в Российской Федерации определение цифровой экономики, и в частности цифрового производства, является важнейшей задачей [2].

Предполагается, что важнейшие изменения в современной промышленности будут происходить в связи с внедрением промышленного интернета вещей (что означает, что поступающая с производства информация с большого количества датчиков и оборудования будет объединяться в единую сеть). По данным компании «Gartner», к 2020 году количество подключенных Интернет вещей будет превышать отметку в 21 миллиард устройств, а объем рынка будет составлять 300 миллиардов долларов [1].

Внедрение интернета вещей стало возможным за счет широкого распространения интернета, смартфонов, беспроводных сетей, удешевления электронных компонентов и обработки данных. На практике IoT-системы обычно состоят из сети умных устройств и облачной платформы, к которой они подключены. К ним примыкают системы хранения, обработки и защиты собранных датчиками данных.

Интернет вещей в промышленности – это создание новой промышленности. Те компании-производители, которые будут владеть цифровыми кластерами в отдельных промышленных отраслях, будут хозяевами данных отраслей в мире. IoT-системы — это набор технологий: создание датчиков и протоколов их взаимодействия. Интернет вещей включает в себя множество компонентов: линии связи, сетевые шлюзы, маршрутизаторы, IoT-платформы, взаимодействие которых возможно благодаря многообразию стандартов и протоколов. Большую роль среди них играют протоколы беспроводной связи, без которых вообще сложно представить сеть Интернет вещей.

В представленной статье анализ выбора IoT-протокола основан на методе анализа иерархий, представляющего математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. Было выбрано четыре альтернативы IoT-протоколов, которые могут быть использованы для промышленной индустрии, а именно: RFID, NFC, ZigBee, Wi-Fi HaLow [4].

Далее были выбраны следующие критерии, по которым происходил анализ выбора IoT-протокола:

1. K1 – Дальность сигнала
2. K2 – Взаимодействие с устройствами
3. K3 – Скорость передачи данных
4. K4 – Объем передачи данных
5. K5 – Стоимость разработки
6. K6 – Шифрование

В таблице 1 представлены характеристики каждого из протоколов.

Таблица 1.

Характеристики IoT-протоколов

№ кр.	Характеристика технологии	RFID	NFC	ZigBee	Wi-Fi HaLow
Кр1	Дальность сигнала	До 20 м	До 20 см	До 15 м	до 1000 м
Кр2	Взаимодействие с устройствами	Ограничено поведением метки	Используется NFC совместимыми устройствами для передачи данных	При наличии шлюза подключает все устройства между собой	Используется с совместимыми устройствами
Кр3	Скорость передачи данных	Низкая	Низкая	Средняя	Очень высокая
Кр4	Объем передачи данных	Ограничен памятью метки	Зависит от используемого устройства	Зависит от используемого устройства	Высокий

Окончание таблицы 1.

№ кр.	Характеристика технологии	RFID	NFC	ZigBee	Wi-Fi HaLow
Кр5	Стоимость	Низкая	Средняя	Средняя	Выше среднего
Кр6	Шифрование	Отсутствует	Уровень шифрования зависит от вычислительной мощности IoT-устройства	Уязвимо	Уязвимо

Для каждого из шести критериев была определена степень важности с помощью матричного метода заполнения, который представлен на рисунке 1.

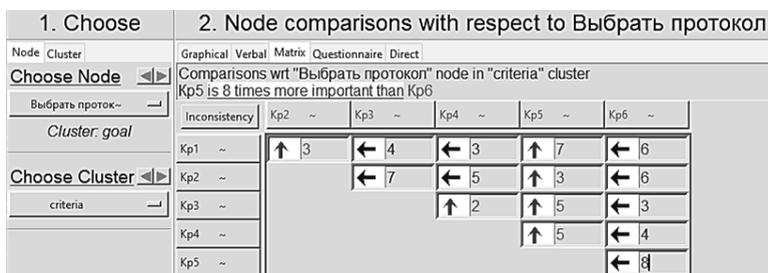


Рисунок 1. Фрагмент окна

Таким образом, был определен вектор приоритетов критериев (рис. 2), по которому наиболее важным критерием является «Стоимость». Индекс согласованности критериев составил 9%, что говорит о том, что все шесть критериев между собой правильно сопоставлены.

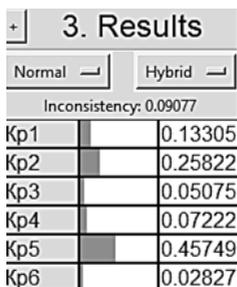


Рисунок 2. Вектор критериев

Далее была получена невзвешенная суперматрица и предельная суперматрица, которая представлена на рисунке 3. В последнем столбце суперматрицы представлены результаты искомой альтернативы.

	NFC	RFID	Wi-Fi	ZigBee	Kp1	Kp2	Kp3	Kp4	Kp5	Kp6	Выбрать~
NFC	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.11085	0.11989	0.24957	0.09681	0.19983	0.19069	0.08109
RFID	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.17623	0.13404	0.07204	0.12287	0.62321	0.17135	0.18027
Wi-Fi	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.67582	0.69432	0.56890	0.63952	0.05346	0.46662	0.19096
ZigBee	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.03710	0.05175	0.10949	0.14080	0.12350	0.17135	0.04768
Kp1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.06652
Kp2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.12911
Kp3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02538
Kp4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.03611
Kp5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.22875
Kp6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01413
Выбрать~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Рисунок 3. Предельная суперматрица

На основе результатов проведенного исследования выбора IoT-протокола методом анализа иерархий для цифрового производства с предпочтениями критериев, представленному на рис. 2, можно сказать, что наилучшими альтернативами протоколов являются Wi-Fi HaLow и RFID, которые получили значения 19% и 18% соответственно.

Graphic	Alternatives	Total	Normal	Ideal	Ranking
	NFC	0.0812	0.1623	0.4261	3
	RFID	0.1802	0.3605	0.9462	2
	Wi-Fi	0.1905	0.3809	1.0000	1
	ZigBee	0.0481	0.0963	0.2528	4

Рисунок 4. Проценты предпочтения отдельных альтернатив

В заключении можно сказать, что представленные протоколы решают различные задачи по обеспечению необходимых условий для IoT-решений: скорость передачи, радиус действия, частотный диапазон, уровень энергопотребления и безопасности. Некоторые протоколы отличаются энергоэффективностью, другие — стабильной работой, третьи являются более безопасными.

Наиболее подходящими IoT-протоколами для производственной деятельности на основе сравнительного анализа по методу иерархий были выбраны протоколы Wi-Fi HaLow и RFID.

Список литературы:

1. Гулин В.А., Усков В.С. О Роли интернета вещей в условиях перехода к четвертой промышленной революции. // ФБГУН Институт социально-экономического развития территорий РАН. - Вологда. – 2017. - № 4(90). – с. 112-131.

2. Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 гг. Утв. указом Президента РФ 09.05.2017 г. №203. – 27 с.
3. Фам В.Д. Исследование протоколов взаимодействия интернета вещей на базе лабораторного стенда // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 1. С. 55-67.

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММЫ-ТРЕНАЖЁРА НАВЫКОВ ПЕРЕВОДА ЧИСЕЛ МЕЖДУ РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ СЧИСЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ БЕСПЛАТНОЙ СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ LAZARUS

Пожигайло Роман Андреевич

*студент,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет»,
РФ, г. Краснодар*

Осиян Евгений Ромэнович

*студент,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет»
РФ, г. Краснодар,*

Безнос Ольга Сергеевна

*доц. кафедры, канд. техн. наук,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет».
РФ, г. Краснодар*

Аннотация. В данной работе процесс написания программы, позволяющей переводить числа из десятичной системы счисления в двоичную, восьмеричную, шестнадцатеричную и др. В заключении будет отображена практическая значимость данной работы.

Ключевые слова: калькулятор; системы счисления; Lazarus; компонент.

Цель работы: разработка компьютерной программы "Калькулятор систем счисления" для отработки навыка перевода чисел из одной системы счисления в другую.

Созданная нами компьютерная программа «Калькулятор систем счисления» предназначена для отработки умения перевода целых чисел между двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системами счисления.

Для написания калькулятора была использована открытая среда разработки программного обеспечения Lazarus.

Важное место в процессе написания программы с помощью объектно-ориентированного языка программирования занимает умение применять его компоненты.

Были использованы соответствующие компоненты: TLabel, TSpeedButton, TEdit, TComboBox, TGroupBox.

TLabel: Этот компонент используется для вывода на форму текста, который нельзя изменять во время выполнения программы. Содержание надписи задается свойством Caption. Использовались свойства **Color**, **Font**.

TSpeedButton. Для организации выхода из программы был применен компонент TSpeedButton. Это один из типов кнопок. Она малых размеров, квадратная. Однако имеет не меньше свойств чем другие компоненты. Отличается от других кнопок возможностью загрузить в нее картинку с помощью свойства Glyph. Была загружена картинка



Для того, чтобы при нажатии на эту кнопку программа закрывалась, был создан обработчик события OnClick. Это событие вызывает процедуру, содержащую команду «close».

```
procedure TfMain.BtnCloseClick(Sender: TObject);  
begin  
  if messagedlg('Выходим?', 'Выйти из программы', mtConfirmation, [mbYes, mbNo], 0) = mrYes  
  then close;  
end;
```

TEdit– окно ввода. Служит для ввода пользователем текстовой строки, которая считывается в свойство Text. Использовались свойства Font, MaxLength.

Создан обработчик для события OnChange. Оно вызывает обработчик при всяком изменении значения текстового поля.

Код обработчика:

```
procedure TfMain.Txt10Change(Sender: TObject);
var
  temp2, temp8, temp16, tempQ:string;
begin
  if txt10.Text<>' ' then
  begin
    Temp2:=_10toQ(strtoint(txt10.Text),2);
    Temp8:=_10toQ(strtoint(txt10.Text),8);
    Temp16:=_10toQ(strtoint(txt10.Text),16);
    TempQ:=_10toQ(strtoint(txt10.Text),strtoint(ComboBox1.Items.Strings[ComboBox1.ItemIndex]));
    txt2.Caption:=Temp2;
    txt8.Caption:=Temp8;
    txt16.Caption:=Temp16;
    txtQ.Caption:=TempQ;
  end
  else
  begin
    txt2.Caption:='2';
    txt8.Caption:='8';
    txt16.Caption:='16';
    txtQ.Caption:='0';
  end;
end;
```

Данная процедура передает соответствующее значение самого десятичного числа (txt10.Text) и основание требуемой системы счисления в функцию _10toQ.

Код функции:

```
function _10toQ(n,q:integer):string;
var
  s:string;
  c:integer;
begin
  s:=' ';
  while n>0 do
  begin
    c:=n mod q;
    if c>9 then
      case c of
        10:s:='A'+s;
        11:s:='B'+s;
        12:s:='C'+s;
        13:s:='D'+s;
        14:s:='E'+s;
        15:s:='F'+s;
      end
    else
      s:=inttostr(c)+s;
      n:=n div q;
    end;
  _10toQ:=s;
end;
```

Данная функция непосредственно переводит десятичное число n, заданное пользователем, в двоичную, восьмеричную, шестнадцатеричную

и другие системы счисления с основанием не выше 16. Эти переведенные числа записываются соответственно в переменные temp2, temp8, temp16, tempQ.

```
Temp2:=_10toQ(strtoint(txt10.Text),2);
Temp8:=_10toQ(strtoint(txt10.Text),8);
Temp16:=_10toQ(strtoint(txt10.Text),16);
TempQ:=_10toQ(strtoint(txt10.Text),strtoint(ComboBox1.Items.Strings[ComboBox1.ItemIndex]));
```

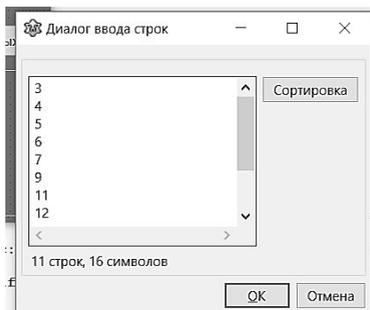
А затем из этих переменных они записываются в компонент TLabel в свойство Caption соответственно txt2.Caption, txt8.Caption, txt16.Caption, txtQ.Caption. Они уже отображают на форме готовый результат.

```
txt2.Caption:=Temp2;
txt8.Caption:=Temp8;
txt16.Caption:=Temp16;
txtQ.Caption:=TempQ;
```

Для того, чтобы передать в функцию основание требуемой системы счисления отличной от двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной был использован компонент TComboBox.

Этот компонент дает возможность ввести данные в поле редактирования путем выбора из списка:

Для того, чтобы в выпадающем списке появились соответствующие значения оснований систем счисления, необходимо с помощью свойства Items «забить» их:



Использовались свойства: ItemIndex, Style.

Передача элементов, которые обозначают основания систем счисления, компонента TComboBox _10toQ осуществляется с помощью обращения к этим элементам по их индексу:

```
ComboBox1.Items.Strings[ComboBox1.ItemIndex]
```

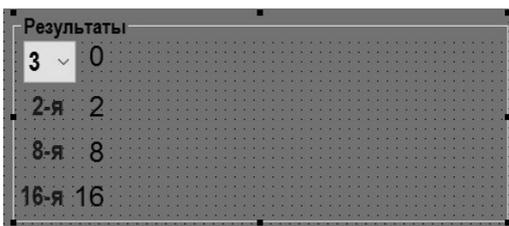
Результат полученный в функции `_10toQ` записывается в переменной `TempQ`:

```
empQ:=_10toQ(strtoint(txt10.Text),strtoint(ComboBox1.Items.Strings[ComboBox1.ItemIndex]));
```

Затем он передается в `txtQ.Caption` (обращение к свойству `Caption` компонента `txtQ`) и отображается на форме.

Применение компонента `TGroupBox`:

Этот компонент используется для объединения элементов формы. С помощью него в программе была отделена область с выводом результатов. Он позволяет красиво оформить приложение.



Измененные свойства:

`Caption` – отображаемый сверху текст, который создает заголовок панели. Был изменен на «Результаты».

Интерфейс пользователя программы имеет следующий вид:



В момент запуска программы учащийся видит следующее окно. В выпадающем списке может выбрать интересующую его систему счисления, с которой он будет работать. Затем в поле ввода учащийся заносит десятичное число, и программа автоматически выводит его в различных СС. На данном этапе учащийся может проверить правильность своих собственных вычислений.

Вывод: Была разработана программа «Калькулятор систем счисления». Она помогает пользователю переводить целые десятичные числа в другие СС.

Работа имеет практическую значимость. Предложенная в ней компьютерная программа может быть использована на дисциплине Информатика с целью отработки навыка перевода чисел из одной системы счисления в другую.

Список литературы:

1. Вакарев М., Безнос О.С. Новая технология беспроводного интернета Li-Fi // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 3. – С. 169-174.
2. Обзор свойств компонентов Delphi7 // Delphi aix [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://aix.ucoz.ru/publ/delphi/help/1/15-1-0-78> (Дата обращения: 17.01.2019).
3. Шпаковский В.П. Создание программы-тренажера навыков перевода чисел между различными системами счисления средствами бесплатной среды программирования Lazarus и ее использование для повышения эффективности обучения // Алые паруса [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnickoe-tvorchestvo/2012/02/24/sozdanie-programmy-trenazhyora-navykov-perevoda> (Дата обращения: 17.01.2019).

1.3. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО НАСЛЕДИЯ В РОССИИ

Тлизамова Наталья Сергеевна

*магистрант,
Донской государственной технической университет,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Лапунова Кира Алексеевна

*канд. техн. наук, доцент,
Донской государственной технической университет,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

MODERN RECONSTRUCTION EXPERIENCE INDUSTRIAL HERITAGE IN RUSSIA

Natalya Tlizamova

*master student
Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don*

Kira Lapunova

*Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don*

Аннотация. В данной статье рассмотрен российский опыт функционального перепрофилирования промышленных территорий как способ улучшения существующего облика города и повышения инвестиционной привлекательности зданий. Изучены проблемы реконструкции не только исторических памятников промышленного наследия, но и заводов и фабрик, не являющихся памятниками. Проблема сохранения и использования невостребованных промышленных объектов, их грамотное внедрение в городскую среду, актуальна в современных крупных

городах России. В статье рассмотрены яркие примеры реконструкции промышленных объектов на территории России, а также новые тенденции функционального репрофилирования промышленных объектов.

Abstract. This article describes the Russian experience of functional redevelopment of industrial areas as a way to improve the existing appearance of the city and increase the investment attractiveness of buildings. The problems of the reconstruction of not only historical monuments of industrial heritage, but also plants and factories, which are not monuments, have been studied. The problem of preserving and using unclaimed industrial facilities, their competent introduction into the urban environment, is relevant in modern large Russian cities. The article considers vivid examples of the reconstruction of industrial facilities in Russia, as well as new trends in the functional re-profiling of industrial facilities.

Ключевые слова: реконструкция; промышленная архитектура; функциональное репрофилирование; промышленное наследие.

Keywords: reconstruction; industrial architecture; functional reprofiling; industrial heritage.

Функциональное репрофилирование промышленных объектов, а также проведение реконструктивных мероприятий имеет ряд задач, актуальных в крупном современном городе. Наиболее важной задачей является сохранение архитектурно-промышленного наследия, второй – грамотное внедрение памятников промышленной архитектуры в современную городскую среду, третьей задачей, связанной с социальными потребностями городов, является выбор предметной области репрофилирования реконструируемых промышленных зданий. Именно поэтому важно перед началом работ произвести тщательный анализ территории, а именно изучить местоположение реконструируемой зоны, учесть интересы жителей прилегающих территорий и будущих потребителей, проанализировать влияние проведенной реконструкции промышленной территории на дальнейшее городское развитие в целом.

Редевелопмент заводов и фабрик впервые появился в 40-х годах XX в. в промышленных районах Нью-Йорка. Заброшенные фабричные здания привлекли слои интеллигенции своими функциональными характеристиками помещений, и низкими, по сравнению с обычными квартирами, арендными ставками. Гигантские склады и производственные цеха принимали форму мастерских, выставочных пространств и арт-галерей. В итоге, направление редевелопмент стало мероприятием, нацеленным на эффективное использование опустевших промышленных помещений, что дает возможность при довольно невысоких капиталовложениях приспособить данное пространство под востребованные цели.

Сохранение исторического облика здания, помогает воплотить интересные концептуальные идеи. Зброшенные промышленные пространства, имеющие огромную площадь и высокие потолки могут использоваться не только в качестве жилых помещений, но и для организации многофункциональных культурных и досуговых центров с выставочными залами, концертными площадками, кафе, ресторанами, офисами.

В России редевелопмент промышленных территорий развивается не так быстро и активно, как в Европе, но на данном этапе уже имеются свои достижения в этой области. Первые реализованные проекты наиболее полно отражающие описанную ранее проблематику, появились на территории нашей страны в г. Москве и г. Санкт-Петербурге. Именно в этих городах первыми стали появляться промышленные предприятия [1].

Процесс редевелопмента промышленных территорий Петербурга начался еще в начале 2000-х гг. Целесообразность редевелопмента была обусловлена ограниченностью городского бюджета, финансирование проходило за счет застройщиков. После смены управленческой команды в 2011 г. процесс редевелопмента промышленных территорий затормозился, а в 2014 г. развитие промышленного пояса города подорвал экономический кризис. Однако, не смотря на все трудности, на сегодняшний день отмечают существенное продвижение в данном направлении. В Санкт -Петербурге насчитывается свыше 50 крупных промышленных зон, подвергнутых полному редевелопменту [2].

В Москве вопрос о нерационально используемых промышленных территориях встал еще в 1995г. Промышленные зоны являлись самыми беспорядочно застроенными и экологически опасными территориями. В 2014 году площадь промышленных территорий столицы составляла 18,8 тыс. га, что составляло 17% от площади города в старых границах. В особенности яркими и интересными являются проекты, реализованные в рамках государственного финансирования, например, создание в промышленной зоне №29 «Нагатино» комплекса театрально-художественных мастерских и складов Малого театра России. В Москве актуально размещение в бывших промышленных зонах общественных объектов: бизнес-центры, гостиничные комплексы, арт-пространства [3].

В городе Ростове-на-Дону довольно развита промышленная структура, которая нуждается в применении принципов редевелопмента промышленных территорий, для сохранения уникальных памятников промышленной архитектуры. Многие заводы и фабрики, построенные в 19 веке на территории города Ростова-на-Дону, сегодня находятся в заброшенном состоянии, оставаясь при этом памятниками архитектуры, как например склад мельницы Парамонова. Тем не менее, на сегодняшний день в Ростове-на-Дону имеются примеры реконструкции промышленных объектов: креативный кластер С52, размещенный

в бывшем производственном цеху; коворкинг "Место" в бывшей табачной фабрике; арт-центр "Макаронка" в бывшей макаронной фабрике [4].

В российской практике реконструкции промышленного наследия наиболее знаковыми примерами, являются «ART-Стрелка» – место для проведения культурно-массовых мероприятий в г. Москва; дизайн-центр ARTPLAY, возникший на территории фабрики «Красная роза»; дизайн-завод «Флакон» на территории завода Хрустальный.

Реализованным жилым проектом реконструкции является — многофункциональный лофт -квартал с жилыми апартаментами и бизнес -центром «Даниловская мануфактура 1867», расположенный в г. Москве. Над проектом работали архитектурные мастерские «АБ Цимайло Ляшенко партнеры» и «Сити-Арх». Первоначально Даниловская мануфактура являлась ткацкой фабрикой. Конструкция здания не требовала больших изменений для переоборудования под жилье. Фабрика имела ячеиковую структуру и высокие потолки, что дало возможность деления пространства на этажи высотой ~3м. Еще одним преимуществом здания фабрики стало устройство атриума. Объёмно-планировочное решение жилого комплекса Даниловской мануфактуры имеет множество схожих черт с имевшейся структурой здания фабрики: свободное деление на этажи, ритмы окон, протяженное боковое остекление, длина корпусов. Благодаря внутренним колоннам удалось размещение квартир современного стандарта со свободной планировкой.

Еще одним реализованным проектом перепрофилирования производственной территории под офисный центр является реконструкция мельницы И.А. Зарывнова. Здание бывшего мукомольного завода, построенное в 1894 году в кирпичном стиле, является объектом культурного наследия. В связи с этим реконструкция проводилась с минимальными изменениями. Фасады с кирпичной кладкой и арочная кровля были законсервированы, а большую часть кирпичного здания закрыли стеклом, за которым разместили офисные помещения с переговорными, конференц-залами и зонами отдыха. Сохраненные металлические конструкции фасадов (лестницы, подъемники) стали элементами нового облика здания в стиле лофт. Здание офисного центра разработано и спроектировано таким образом, что обеспечивает свободный доступ и комфортное пребывание в здании людей маломобильных групп населения: при входе в здание организованы пандусы и подъемники для доступа посетителей на инвалидных креслах, все стеклянные двери оборудованы яркими идентификационными знаками, позволяющими слабовидящим людям их обнаружить, помимо этого в здании предусмотрены специально оборудованные санузлы и лифты с широкими заездами и дополнительными поручнями для инвалидов колясочников [5].

Наглядный пример реконструкции завода под выставочное арт-пространство - дизайн-завод «Флакон». Дизайн-центр был образован в 2009 году на месте завода по производству парфюмерных хрустальных флаконов и сразу стал местом притяжения культурной жизни города Москвы, а также значительно повысил интерес окружающего района. На территории разместились коворкинг, различные дизайн-студии и проектные бюро, арт-галереи, кафе, мастерские и фотостудии. Участники и организаторы реновации сохранили фактурные краснокирпичные стены, высокие потолки цехов и переоборудовали производственные помещения под пространства для творческих компаний, имеющих возможность работать в свободной творческой атмосфере.

Процесс реконструкции и функционального перепрофилирования в России требует на сегодняшний день множество доработок. Если американские и европейские города имеют большой опыт в реконструкции промзон, то в России только намечается актуальность исследования данного течения, но имеются первые практические шаги. Полученный опыт дает возможность проведения тщательного анализа с целью выявления дальнейших перспектив отечественного редевелопмента. Успешная практика редевелопмента в г. Санкт-Петербург и в г. Москва последнего десятилетия позволяет утвердительно заявить о состоятельности данного проекта, несмотря на существующий ряд проблем.

Список литературы:

1. Дубнов А.П. Индустриальность и культура в XXI веке. Проблемы конвергенции // Сохранение индустриального наследия: Мировой опыт и российские проблемы. – Екатеринбург. – 1994.
2. Постников С.П., Артёмов Е.Т. Индустриальное наследие как фактор актуализации исторической памяти // Сохранение индустриального наследия: мировой опыт и российские проблемы. Материалы международной научной конференции ПИССИИ. – Екатеринбург. – 1994.
3. Снитко А.В. Основы реконструкции исторических промышленных предприятий: учебное пособие. / А.В. Снитко. – Иваново. – 2007.
4. Homeguide: интернет-журнал. Как выглядят арт-кластеры, коворкинги и креативные пространства Ростова-на-Дону [РнД], URL: <https://rostov.homeguide.ru/kak-vyglyadyat-artklastery-i-kreativnye-prostranstva-rostova-na-donu/> (Дата обращения 19.11.2018 г.).
5. Городинская А. Мельничный лофт купца Зарывнова [Электронный ресурс], URL: <https://archi.ru/russia/57078/melnichnyi-loft-kupca-zaryvnogo> (Дата обращения 19.11.2018 г.).

1.4. ТРАНСПОРТ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SMATH STUDIO В ВАГОНОСТРОЕНИИ

Писаренко Вадим Валерьевич

*аспирант,
Российский университет транспорта(МИИТ),
РФ, г. Москва*

Петров Геннадий Иванович

*д-р техн. наук, профессор,
Российский университет транспорта (МИИТ),
РФ, г. Москва*

APPLICATION OF SOFTWARE COMPLEX SMATH STUDIO IN VAGONODSTROENIE

Vadim Pisarenko

*Postgraduate Student, Russian University of Transport (MIIT),
Russia, Moscow*

Gennady Petrov

*Dr. tech. sciences, professor,
Russian University of Transport (MIIT),
Russia, Moscow*

Аннотация. Для обеспечения реалистичного моделирования движения вагона необходимо обеспечить детальный анализ взаимодействия деталей и узлов. Большое количество факторов, влияющих на динамику вагона, усложняют процесс моделирования. Справиться с таким большим объёмом работы помогает справиться программные комплексы. В данной статье описана применение бюджетной программы SMath Studio с мощным интерфейсом, для решения задач динамики.

Abstract. To provide a realistic simulation of the movement of the car, it is necessary to provide a detailed analysis of the interaction of parts and components. A large number of factors affecting the dynamics of the car,

complicate the modeling process. To cope with such a large amount of work helps to cope with software systems. This article describes the use of budget program SMath Studio with a powerful interface to solve the problems of dynamics.

Ключевые слова: моделирования; дифференциальные уравнения; вагон.

Keywords: simulations; differential equations; wagon.

Взаимодействие вагона и железнодорожного пути является одной из сложнейших для исследования задач. Решений данной задачи требует от научного сотрудника большого объём знаний в таких областях наук как высшая математика, теоретическая механика, сопротивление материалов. Для обеспечения реалистичного моделирования движения вагона необходимо обеспечить детальный анализ взаимодействия деталей и узлов. Большое количество факторов, влияющих на динамику вагона, усложняют процесс моделирования. Для решения подобной задачи необходимо составить систему дифференциальных уравнений с учет всех факторов.

Для составления системы дифференциальных уравнений воспользуемся принципами аналитической механики в обобщенных координатах и обобщённых силах:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial T}{\partial q} = Q \quad (1)$$

где: T – кинетическая инергия тела;
 q – обобщенная координата;
 \dot{q} – обобщенная скорость;
 Q – обобщенная сила.

$$Q = - \frac{\partial \Pi}{\partial q} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}} + F \quad (2)$$

где: Π – потенциальная инергия тела;
 Φ – диссипативная функция;
 F – внешняя сила.

Для решения системы дифференциальных уравнений воспользуемся бесплатным отечественным программным комплексом Smath Studio. Данный программный комплекс появился относительно недавно, но при этом мало чем уступает таким мощным программам вычислительного алгебры как MathCad. За счет общего доступа к Smath Studio может

стать отличным инструментом для изучения и решения сложных задач механики вагона. Проведем расчет вертикальных колебаний вагона и сравним полученные данные с результатом MathCad.

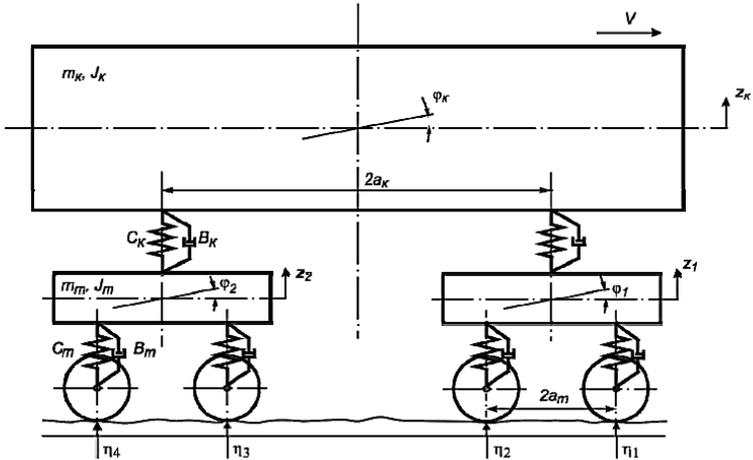


Рисунок 1. Расчетная схема колебаний вагона

Согласно расчетной схеме составим систему дифференциальных уравнений для кузова вагона и для тележек:

$$\begin{aligned}
 m_k \cdot \ddot{z}_k + b_k \cdot (2 \cdot \dot{z}_k - \dot{z}_1 - \dot{z}_2) + c_k \cdot (2 \cdot z_k - z_1 - z_2) &= 0 \\
 J_k \cdot \ddot{\varphi}_k + a_k \cdot b_k \cdot (2 \cdot a_k \cdot \dot{\varphi}_k - \dot{z}_1 + \dot{z}_2) + a_k \cdot c_k & \\
 \cdot (2 \cdot a_k \cdot \varphi_k - z_1 + z_2) &= 0
 \end{aligned}
 \quad (3)$$

Неровности пути представим как неровность пути происходящая с запазданием:

$$\eta_i = \eta \cdot (t - \tau_i) \quad (4)$$

Выбор вида неровности зависит от постановки задачи и точности, которая применяется в конкретной математической модели. Неровность пути будет изменяться по синусоидальному закону.

$$\begin{aligned}
 \eta_1(t) &:= A \cdot \sin(\omega \cdot t) & d\eta_1(t) &:= \omega \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t) \\
 \eta_2(t) &:= \eta_1 \left(t - \frac{2 \cdot a_1}{V} \right) & d\eta_2(t) &:= d\eta_1 \left(t - \frac{2 \cdot a_1}{V} \right) \\
 \eta_3(t) &:= \eta_1 \left(t - \frac{2 \cdot a_2}{V} \right) & d\eta_3(t) &:= d\eta_1 \left(t - \frac{2 \cdot a_2}{V} \right) \\
 \eta_4(t) &:= \eta_1 \left(t - \frac{2 \cdot (a_1 + a_2)}{V} \right) & d\eta_4(t) &:= d\eta_1 \left(t - \frac{2 \cdot (a_1 + a_2)}{V} \right)
 \end{aligned}$$

$$D(t; x) = \left[\begin{aligned}
 & \frac{1}{m_1} \cdot (b_1 \cdot (d\eta_1(t) + \eta_{22}(t) - 2 \cdot x_2) + c_1 \cdot (\eta_1(t) + \eta_2(t) - 2 \cdot x_1) + b_2 \cdot (x_6 - x_2 + x_{12} \cdot a_2) + c_2 \cdot (x_5 - x_1 + x_{11} \cdot a_2)) \\
 & \frac{1}{m_1} \cdot (b_1 \cdot (\eta_{33}(t) + \eta_{44}(t) - 2 \cdot x_4) + c_1 \cdot (\eta_3(t) + \eta_4(t) - 2 \cdot x_3) + b_2 \cdot (x_6 - x_4 + x_{12} \cdot a_2) + c_2 \cdot (x_5 - x_3 + x_{11} \cdot a_2)) \\
 & \frac{1}{m_2} \cdot (b_2 \cdot (x_2 + x_4 - x_6 \cdot 2) + c_2 \cdot (x_1 + x_3 - 2 \cdot x_5)) \\
 & \frac{a_1}{J_1} \cdot (b_1 \cdot (d\eta_1(t) + \eta_{22}(t) - 2 \cdot x_9 \cdot a_1) + c_1 \cdot (\eta_1(t) + \eta_2(t) - 2 \cdot x_7 \cdot a_1)) \\
 & \frac{a_1}{J_1} \cdot (b_1 \cdot (\eta_{33}(t) + \eta_{44}(t) - 2 \cdot x_{10} \cdot a_1) + c_1 \cdot (\eta_3(t) + \eta_4(t) - 2 \cdot x_9 \cdot a_1)) \\
 & \frac{a_2}{J_2} \cdot (b_2 \cdot (x_2 + x_4 - x_{12} \cdot 2 \cdot a_2) + c_2 \cdot (x_1 + x_3 - 2 \cdot x_{11} \cdot a_2))
 \end{aligned} \right]$$

Рисунок 2. Скелет программы Smath Studio

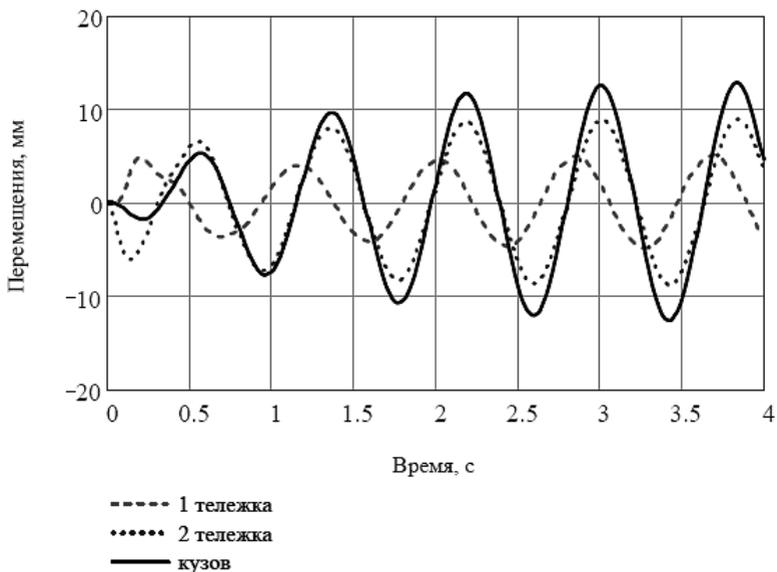


Рисунок 3. Результаты расчета поперечных перемещений кузова и тележек вагона, построенных в ПК MathCad

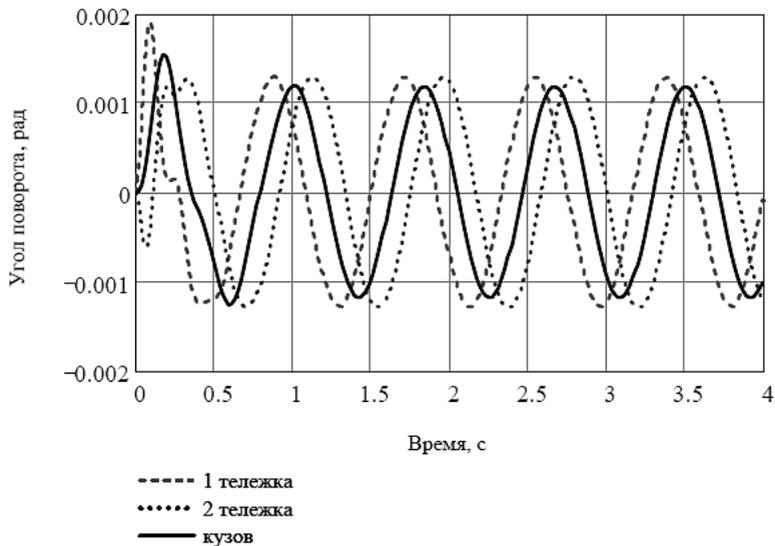


Рисунок 4. Результаты расчета углов поворота кузова и тележек вагона, построенных в ПК MathCad

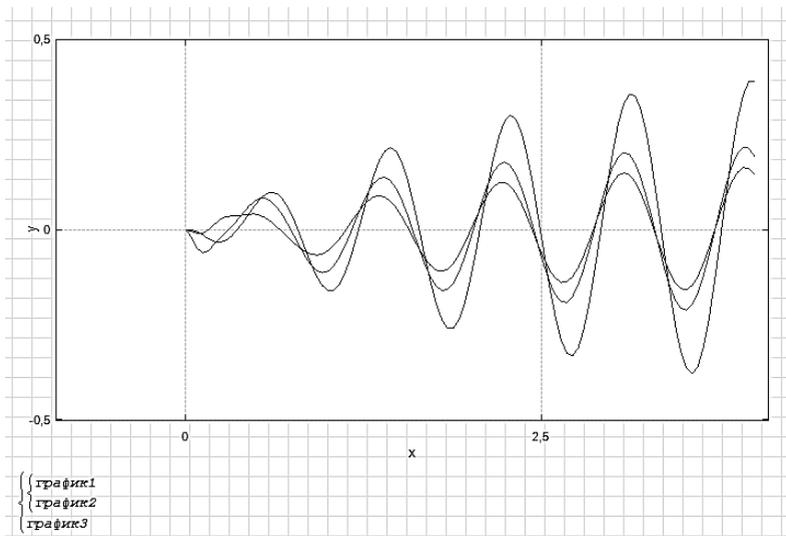
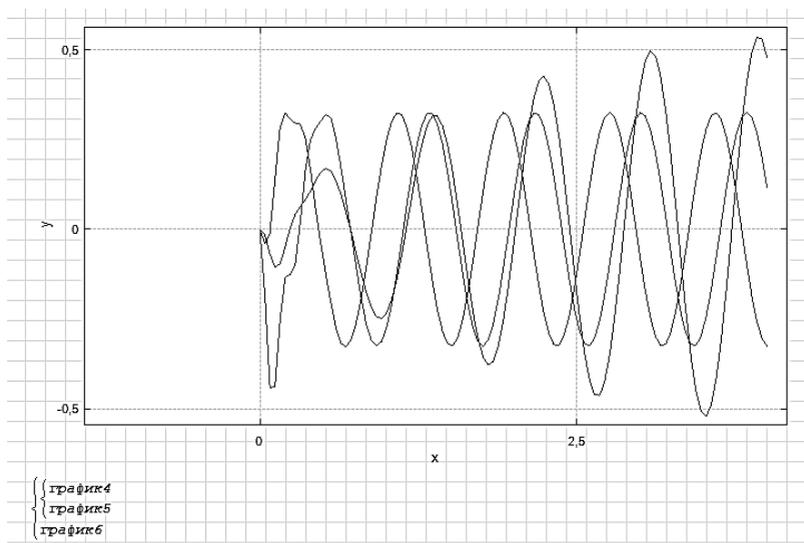


Рисунок 5. Результаты расчета поперечных перемещений кузова и тележек вагона, построенных в ПК SMath Studio



**Рисунок 6. Результаты расчета углов поворота кузова
и тележек вагона, построенных в ПК SMath Studio**

По результатам проделанной работы можно сделать вывод, что программный комплекс SMath Studio очень хорошо подходит для решения сложных задач динамики вагона и его могут использовать как студенты так и преподаватели высших учебных заведений.

Список литературы:

1. Дьяконов В.П. Mathcad 11/12/13 в математике: справочное пособие / В.П. Дьяконов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 958 с.
2. Применение пакета MathCad при расчете механической части локомотивов: учеб. Пособие / И.В. Волков, А.М. Матва, В.Г. Рубан, Р.Х. Уразгильдеев. – Ростов н/Д: РГУПС, 2000. – 64 с.

1.5. ЭНЕРГЕТИКА

РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЛОКАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ

Ахмадиев Рустем Фанилевич

студент

*Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»,
РФ, г. Казань*

Аннотация. Подключение локальных электростанций к распределительным сетям в настоящее время становится все более популярнее. Чтобы обеспечить надежное электроснабжение ответственных потребителей как в параллельном, так и в изолированном режиме работы необходимо предусмотреть все особенности их подключения.

Abstract. Connecting local power plants to distribution networks is now becoming increasingly popular. In order to ensure reliable power supply to responsible consumers in both parallel and isolated mode of operation, it is necessary to provide all the features of their connection.

В настоящее время в энергосистеме Российской Федерации существует тенденция к подключению к распределительным сетям локальных электростанций малой мощности. Такое направление в энергетике является перспективным поскольку с помощью данного вида генерации можно решить локальные проблемы электроснабжения, в пределах одного или нескольких потребителей, либо одного энергорайона, что повышает надежность и эффективность электроснабжения [1, с. 24].

В связи с активным развитием подключения электростанций малой мощности к распределительным сетям появляются проблемы, которые требуют решения. На уровне распределительных сетей становится возможным многостороннее питание места повреждения токами короткого замыкания, появляются новые ранее нехарактерные виды возмущений и аварий, изменяются условия протекания электромагнитных и электромеханических переходных процессов [2, с. 83]. Одной из наиболее важных проблем является расчет режимов, с целью обеспечения надежной работы электрооборудования в установившихся, переходных и послеаварийных режимах, с дальнейшим восстановлением нормальной работы схемы сети.

Цель работы – исследование режимов работы локальных электростанций для питания удаленных потребителей параллельно с сетью.

В качестве объекта исследования был выбран дизельный генератор мощностью 3,125 МВт, оснащенный системой автоматического регулирования возбуждения и частоты вращения, поскольку агрегаты данного типа с такими техническими характеристиками используются в качестве генераторов малой мощности в распределительных сетях [3, с. 60].

Схема рассматриваемой сети представлена на рисунке (Рисунок 1), в зависимости от содержания расчетных экспериментов схема видоизменяется. Для моделирования выбран программный комплекс MatLAB Simulink поскольку он позволяет рассчитать, как установившиеся режимы, так и электромагнитные переходные процессы в трехфазной сети, что позволит в следующих работах исследовать влияние несимметричной нагрузки на режимы работы РГ, что не позволяют сделать специализированные программные комплексы как RastrWin3, Mustang [4, с. 2144].

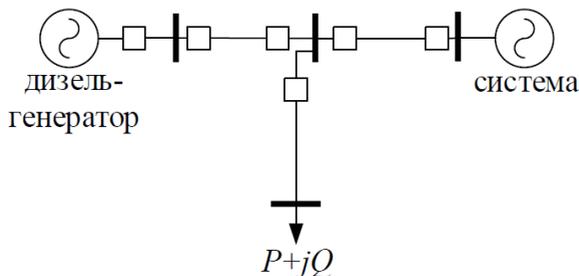


Рисунок 1. Схема рассматриваемой сети

Модель генерирующей установки в MatLAB Simulink представлена на рисунке (Рисунок 2).

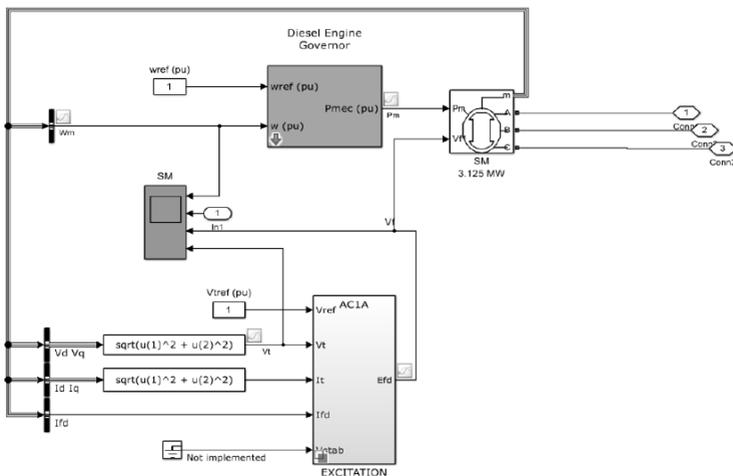


Рисунок 2. Модель генерирующей установки

В данном исследовании производится оценка влияния локальной электростанции на уровень токов КЗ: установившееся значение и аperiodическую составляющую тока КЗ. По результатам двух опытов производится анализ токов КЗ: при электроснабжении потребителя от системы; при электроснабжении от системы и от объекта локальной электростанции. В обоих опытах нагрузка представлена постоянной мощностью равной $1,25+j0,6$ МВА. В данном исследовании нет необходимости учитывать работу релейной защиты, так как оценивается уровень токов КЗ, а не расчет уставок релейной защиты.

Принятая схема сети, для опыта при электроснабжении потребителя только от системы, представлена на рисунке (Рисунок 3), модель, построенная в программной среде MatLAB Simulink для данного опыта представлена на рисунке (Рисунок 4).

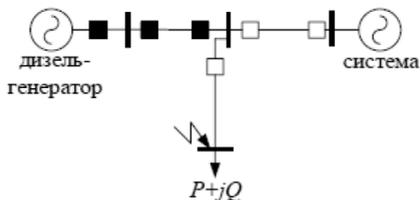
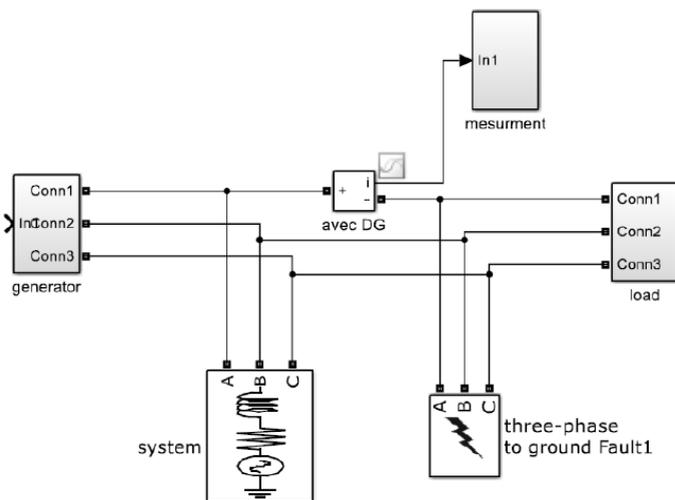
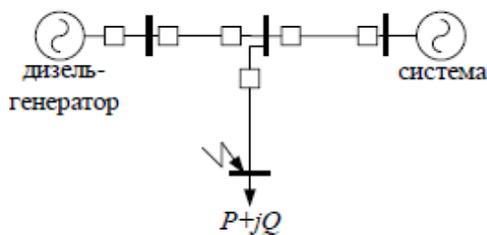


Рисунок 3. Схема распределительной сети, при электроснабжении потребителя только от системы



**Рисунок 4. Модель системы электроснабжения
от локальной электростанций и системы**

Принятая схема сети, для опыта при электроснабжении от системы и от объекта локальной электростанции, представлена на рисунке (Рисунок 5), модель сети, построенная в программной среде MatLAB Simulink представлена, на рисунке (Рисунок 6).



**Рисунок 5. Схема распределительной сети,
при подключенной локальной электростанции**

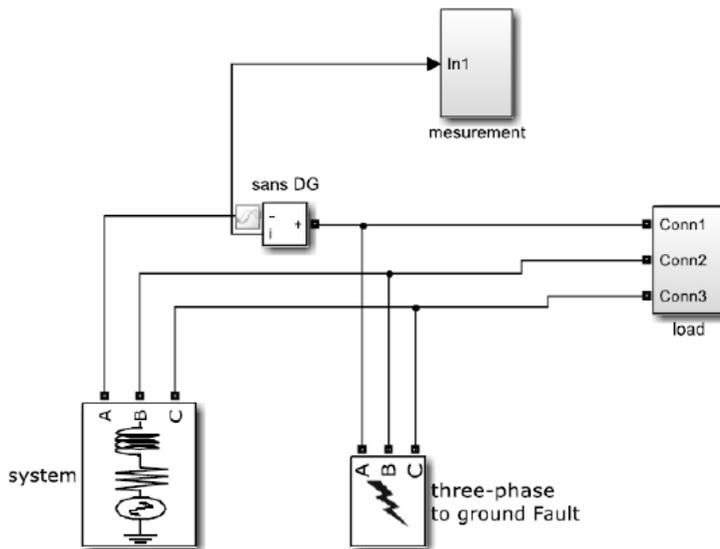


Рисунок 6. Модель системы электроснабжения от системы

Трехфазное КЗ возникает на 8 секунде. На рисунке (Рисунок 7) представлены результаты моделирования.

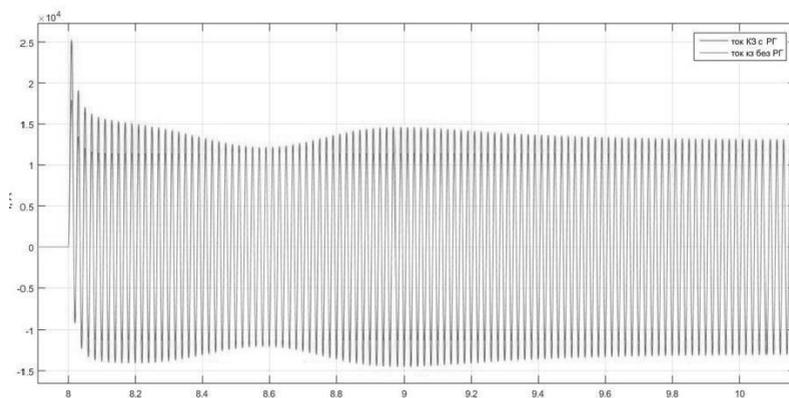


Рисунок 7. Осциллограммы токов

Более длительное затухание аperiodического тока при учете PF обусловлено величиной постоянной времени, которая зависит от

параметров обмотки статора для РГ и от добротности для системы, т. е. от соотношения активного и реактивного сопротивления, чем больше реактивное и меньше активное, тем медленнее затухает апериодическая составляющая из-за этого не всегда увеличение тока короткого замыкания в установившемся режиме сопровождается увеличением времени затухания апериодической составляющей, например, если увеличить мощность генерации в энергосистеме на величину мощности РГ, то апериодическая составляющая будет затухать быстрее, чем в случае с подключением РГ к шинам НН, потому что отношение реактивной составляющей к активной при подключении РГ больше; так как в модели АРВ учтена форсировка возбуждения, то при снижении напряжения во время КЗ возникает приращение тока возбуждения, которое приводит к соответствующему увеличению тока в цепи статора, нарастание тока статора происходит не мгновенно из-за инертности системы АРВ; увеличение периодической составляющей тока КЗ обусловлено увеличением генерирующих мощностей относительно точки КЗ [5, с. 101].

Экспериментально полученный результат показал не только увеличение тока КЗ при присоединении РГ к сети, но и увеличение времени затухания апериодической составляющей и ударного тока, что может потребовать замену коммутационного оборудования, так как повышаются требования к выключателю по номинальному току отключения и относительному содержанию апериодической составляющей. При подключении РГ к сети, необходимо проводить оценку времени затухания апериодической составляющей и действующего значения аварийного тока при коротком замыкании во внешней сети на соответствие отключающей способности существующей коммутационной аппаратуры при выборе точки выделения РГ на изолированную работу. Для снижения затрат на замену коммутационного оборудования распределительной сети при подключении новых установок РГ необходимо предусматривать мероприятия по ограничению уровней токов короткого замыкания.

При проектировании локальных электростанций необходимо предусмотреть все особенности режимов работы, чтобы обеспечить надежное электроснабжение ответственных потребителей как в параллельном, так и в изолированном режиме работы.

Список литературы:

1. Беляев А.В. Защита, автоматика и управление на электростанциях малой энергетики (Часть 1). М.: НТФ «Энергоэкспресс», 2010. – 84 с
2. Зайченко В.М., Цой А.Д. Распределенной производство энергии. – М.: БуКос, 2008. – 207 с.

3. Илюшин Ю.Н. Подходы к оценке возможности обеспечения надежного электроснабжения потребителей за счет строительства объектов распределенной генерации // Электро. – 2014. – № 5. – С. 60-62.
4. Reactive Power Compensation Technologies, State-of-the-Art Review / J.W. Dixon, L. Moran, J. Rodriguez, R. Domke // Proceedings of the IEEE. - 2005 - Vol.93, Dec. - № 12. - Pp. 2144-2164.
5. Корчагин П.Т., Таранов Д.М. Надежность электроснабжения удаленных потребителей // Сельский механизатор – 2014 – №1 – 312 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Сборник статей по материалам XX международной
научно-практической конференции*

№ 1 (20)
Январь 2019 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 21.01.19. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 2,375. Тираж 550 экз.

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

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru