

collectors, low transformation coefficient and icing of heat pumps at low temperatures, low temperature potential of the generated heat energy, etc.

In 2020, MPEI established a complex to study the efficiency of alternative energy sources for heat supply needs. The complex is located in one of the buildings of the Institute and includes a number of renewable heat sources that can operate independently, providing the building with autonomy from the centralized heating network, and in combination with traditional heat sources. The complex is equipped with a heat pump with a geothermal circuit including four wells, solar collectors, a heat pump using atmospheric air as a source of low-potential heat, a system of heat energy storage, a system of regeneration of the thermal potential of wells, an integrated automated control system, as well as a thermal-hydraulic unit for coordination and regulation of thermal fluid flows.

It is planned to use the complex for training students as well as post-graduates in the specialty "Heat Power Engineering".

1. European Parliament, Energy efficiency directive 2018/844/eu, 2018, Off. J. Eur. Union.
2. IEA, Renewable Energy Market Update Outlook for 2020 and 2021, 2020, Paris
3. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года, ИНЭИ РАН, Москва, 2013
4. "Прогноз научно-технологического развития отраслей топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года"/ М: Минэнерго России, 2016. – 106 с.
5. Trotta, G., Spangenberg, J., & Lorek, S. (2018). Energy efficiency in the residential sector: identification of promising policy instruments and private initiatives among selected European countries. Energy Efficiency.

## **ХАРВЕСТИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ В МАГНИТНЫХ ТУННЕЛЬНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ С ПОГЛОЩАЮЩИМ ПОКРЫТИЕМ НА БАЗЕ МЕТАМАТЕРИАЛА**

**Демин Г.Д., Андрюшин Р.Н.  
НИУ «МИЭТ», г. Москва, Россия  
E-mail: gddemin@gmail.com**

Беспроводное питание сенсорных сетей для Интернета вещей из возобновляемых источников окружающей среды является перспективным направлением развития ресурсосберегающих цифровых технологий. В работе рассмотрена концепция комбинированного термоэлектрического устройства преобразования электромагнитной энергии на основе магнитного туннельного перехода с поглощающим тонкопленочным покрытием на базе метаматериала типа «металл-диэлектрик-металл». Проведенное моделирование адсорбционных свойств конструкции демонстрирует практически единичную адсорбцию электромагнитной энергии в широком частотном диапазоне (от сотни МГц до нескольких ГГц), что приводит к высокому градиенту температуры (до нескольких мК) через туннельную структуру при ее электромагнитном разогреве [Demin2019]. С учетом чувствительности спинового диода, достигающей значений до  $2.1 \cdot 10^5$  мВ/мВт, это позволяет получать выходное напряжение на уровне 100-150 мкВ, достаточное для питания таких приборов, как рация (6.3 мкВт) и радиотелефон (4 мкВт). Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Президента РФ № 075-2019-1139 с использованием оборудования ЦКП "Микросистемная техника и электронная компонентная база", поддержанного Минобрнауки России.

[Demin2019] G.D. Demin et al., Adv. Cond. Matter Phys., article ID 5109765 (2019).

## **HARVESTING OF ELECTROMAGNETIC ENERGY IN MAGNETIC TUNNEL HETEROSTRUCTURES WITH ABSORBING METAMATERIAL-BASED COATING**

**Demin G., Andrushin R.**

**National Research University of Electronic Technology (MIET), Moscow, Russia  
E-mail: gddemin@gmail.com**

Wireless powering of sensor networks for the Internet of Things from renewable sources of the environment is a promising direction for the development of resource-saving digital technologies. In this work we propose the concept of a combined thermoelectric device for converting electromagnetic energy in a magnetic tunnel junction with an absorbing thin-film coating based on a metal-dielectric-metal metamaterial. As it follows from the simulation, a such structure demonstrates practically single absorption of electromagnetic energy in a wide frequency range (from hundreds of MHz to several GHz), which leads to a high temperature gradient (up to several mK) through the tunnel structure during its electromagnetic heating [Demin2019]. Taking into account the sensitivity of the spin diode, reaching values up to  $2.1 \cdot 10^5$  mV / mW, this allows to obtain an output voltage of about 100-150  $\mu$ V, sufficient to power devices such as a walkie-talkie (6.3  $\mu$ W) and radiotelephone (4  $\mu$ W). The work is supported by RF President Grant (#075-15-2019-1139).

[Demin2019] G.D. Demin et al., Adv. Cond. Matter Phys., article ID 5109765 (2019).

## **NEGATIVE ELEMENTS IN COMMUNICATION TECHNOLOGY (FER- LETI BILATERAL COLLABORATION)**

**Silvio Hrabar<sup>1</sup>, Kholodnyak D.<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>FER, Zagreb, Croatia**

**<sup>2</sup>LETI, Saint Petersburg, Russia**

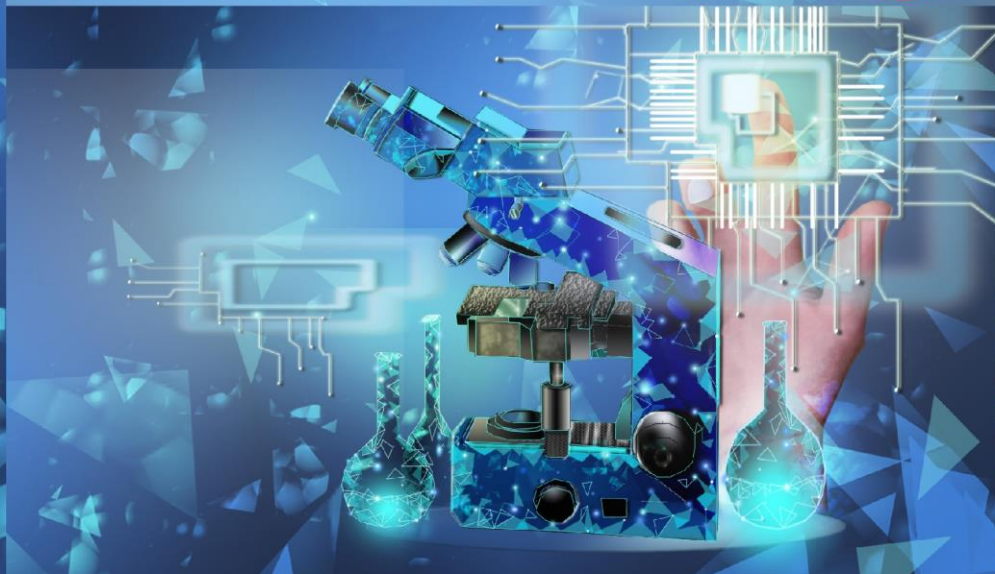
**E-mail: Silvio.Hrabar@fer.hr , Dmitry.Kholodnyak@mwlab.spb.ru**

Faculty of Electrical Engineering (FER) (Croatia) and Electro Technical University (LETI) (Russia) have a long-standing and fruitful collaboration in the area of applied electromagnetics and RF/microwave engineering. In the past, both parties published joined scientific papers, organized special sections and workshops at international conferences, exchanged visiting professors, and initiated FER-LETI students and professor exchange within Erasmus program. Here, we report recent joint research efforts on applications of 'negative elements' in communication technology.

Potential applications of negative capacitors and negative conductors (so-called negative or non-Foster elements) have been investigated for many years [1]. Most of them are based on a dispersion compensation of ordinary 'positive' elements, with an inverse dispersion properties that 'negative' elements possess. It might yield extremely broadband operation of metamaterials/metasurfaces, antennas, and various RF electronic devices. Unfortunately, there is a serious drawback that still prevents a widespread use of negative elements - their inherent proneness to instability [1]. Recently, a very interesting idea of turning the instability of non-Foster network into a useful feature has been proposed [2]. It deals with a small self-oscillating antenna with nearly perfect matching and (theoretically) infinite tuning range. As shown in [2], this application needs optimization of the conversion properties of Negative Impedance Converter.

As a first step, we developed a rigorous analytical approach that gives a clear physical insight into influence of all design parameters into NIC characteristics, which allows successful design of the negative capacitances in microwave regime [3]. We also developed a very

MISIS



**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**  
2-ой Научно-практической конференции  
учёных России и Хорватии в Дубровнике

**THESIS OF REPORTS**  
2nd Scientific-practical conference of Russian  
and Croatian scientists in Dubrovnik

Москва (Moscow)  
2020

**Ministry of science and higher education of the Russian Federation**

**Ministry of science and education of the Republic of Croatia**

**Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"**

**Thesis of reports**

**2ND SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE OF  
RUSSIAN AND CROATIAN SCIENTISTS IN DUBROVNIK**

**as part of the Federal target program " Research and development in priority areas  
of development of the scientific and technological complex of Russia for  
2014-2020**

**2020  
Moscow**

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Министерство науки и образования Республики Хорватия**  
**Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"**

**Сборник тезисов докладов**

**2-ОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ УЧЕНЫХ  
РОССИИ И ХОРВАТИИ В ДУБРОВНИКЕ**

**в рамках федеральной целевой программы "Исследования и разработки по  
приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса  
России на 2014-2020 годы**

**2020  
Москва**

**УДК 621**

Составители:  
Н.А. Коротченко, А.П. Кутовская

**Тезисы докладов 2-ой Научно-практической конференции учёных России и Хорватии в Дубровнике: Сборник – М.: НИТУ «МИСиС», 2020. – с.119  
ISBN 978-5-907227-26-2**

В сборнике представлены тезисы докладов участников 2-ой Научно-практической конференции ученых России и Хорватии в Дубровнике в рамках федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы.

ISBN 978-5-907227-26-2

© НИТУ «МИСиС», 2020

REPAIR COMPOUNDS FOR RESTORATION OF REINFORCED CONCRETE SUPPORTS OF POWER LINES Serebryanaya I. <sup>1</sup> , Shlyakhova E. <sup>1</sup> , Egorochkina I. <sup>1</sup> , Serebryanaya D. <sup>2</sup> .....	79
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО И ЖИЛИЩНОГО ХОЗЯЙСТВА Рыженков А.В., Лукин М.В., Соколов И.С., Лихаева А.Ю. ....	80
USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES FOR HEAT SUPPLY TO MUNICIPAL AND HOUSING HOUSEHOLDS Ryzhenkov A., Lukin M., Sokolov I., Likhaeva A. ....	81
ХАРВЕСТИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ В МАГНИТНЫХ ТУННЕЛЬНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ С ПОГЛОЩАЮЩИМ ПОКРЫТИЕМ НА БАЗЕ МЕТАМАТЕРИАЛА Демин Г.Д., Андрюшин Р.Н. ....	82
HARVESTING OF ELECTROMAGNETIC ENERGY IN MAGNETIC TUNNEL HETEROSTRUCTURES WITH ABSORBING METAMATERIAL-BASED COATING Demin G., Andrushin R. ....	83
NEGATIVE ELEMENTS IN COMMUNICATION TECHNOLOGY (FER- LETI BILATERAL COLLABORATION) Silvio Hrabar <sup>1</sup> , Kholodnyak D. <sup>2</sup> .....	83
ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ (ДВУСТОРОННЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ФЭ-ЛЭТИ) Сильвио Храбар <sup>1</sup> , Холодняк Д. <sup>2</sup> .....	84
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ Долин А.П. ....	85
DIAGNOSIS AND MAINTENANCE OF LONG-LIFESPAN TRANSFORMERS Dolin A. ....	87
СЕКЦИЯ 3 : ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. / SECTION 3 : INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. ....	89
ГИС, КАК СРЕДСТВО КОММУНИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АТЛАСА УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА) Семкина А.В., Шарипов Л.Р., Степанова А.А. ....	89
GIS AS A MEANS OF COMMUNICATION (ON THE EXAMPLE OF THE DEVELOPMENT AND CREATION OF THE ENVIRONMENTAL ATLAS OF THE URAL FEDERAL DISTRICT) Semakina A.V., Sharipov L.R., Stepanova A.A. ....	89
SONIC PILLS - IMPROVING THE QUALITY OF LIFE OF PEOPLE Lara Ljubicic, Petra Crnetic. ....	90
ЦИФРОВЫЕ ТАБЛЕТКИ SONIK PILL - УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ЛЮДЕЙ Lara Ljubicic, Petra Crnetic. ....	90
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ С ДОМЕННЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ Зеар Аунг, Йе Тху Аунг, Михайлов И.С. ....	91
DATA MINING FOR SOLVING THE CLASSIFICATION PROBLEM WITH DOMAIN RESTRICTIONS Zayar Aung, Ye Thu Aung, Mikhailov I.S. ....	91
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ Баранов В.В., Батова М.М., Баранова И.В. ....	92
INFORMATION TOOLS FOR EFFECTIVE MANAGEMENT OF BUSINESS PROCESSES OF A HIGH-TECHNOLOGY ENTERPRISE Baranov V., Batova M., Baranova I. ....	93
ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ Панин В.А. <sup>1</sup> , Привалов А.Н. <sup>1</sup> , Варнавская С.Е. <sup>2</sup> .....	94
DIGITAL PLATFORM FOR ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE TULA REGION Panin V. <sup>1</sup> , Privalov A. <sup>1</sup> , Varnavskaya S. <sup>2</sup> .....	95