



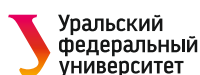
Обучение энерго-эффективным технологиям в строительстве

В гражданских зданиях различного назначения потребляется 40% от общего количества расходуемой в Европе энергии, в том числе около 25% распределяется на домашнее хозяйство. Это самый большой сектор во всей сфере потребления энергии. Если посмотреть более подробно, то энергия в домашнем хозяйстве тратится на различные цели, например, на нагрев горячей воды, приготовление пищи и использование бытовой техники, но доминирующими являются отопление в зимний период и кондиционирование в летнее время, что обычно составляет около 70% от общего потребления энергии в домашнем хозяйстве. Большая часть этой энергии получается за счёт ископаемого топлива, а его потребление связано с соответствующими выбросами загрязняющих веществ. Как правило, этого можно избежать за счёт внедрения энергоэффективных технологий и мер по сохранению энергии. С этой целью Европейский союз разработал «Программу повышения энергетической эффективности на 20% до 2020 года». Различные исследования [1] подтверждают, что эта цель достижима, но в некоторых случаях понадобятся финансовые стимулы.

Прежде всего, энергоэффективностью заинтересовались лица, определяющие

соответствующую политику, в 1973 году, когда разразился первый нефтяной кризис. В этот период в Европе поняли, что их политика развития связана с решениями, принимаемыми в странах-экспортёрах нефти. Стало ясно, что самый простой способ уменьшить степень зависимости — это потреблять меньше энергии, что означает необходимость реализации политики в области энергоэффективности. С тех пор множество научно-исследовательских и технических задач было посвящено развёртыванию инновационных технологий и подходов, направленных на снижение энергопотребления.

Большая часть потребляемой энергии получается за счёт ископаемого топлива, а его потребление связано с соответствующими выбросами загрязняющих веществ. Как правило, этого можно избежать за счёт внедрения энергоэффективных технологий и мер по сохранению энергии. С этой целью Евросоюз разработал «Программу повышения энергетической эффективности на 20% до 2020 года»



Уральский
федеральный
университет



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

УДК 69.032.4(084)

Обучение энергоэффективным технологиям в строительстве

Винченцо Бианко, PhD, профессор; **Анжело Мусайо**, Университет Генуи (Италия); **В. Н. Алёхин**, к.т.н., профессор; **И. Н. Мальцева**, к.т.н., доцент, кафедра «Архитектура», ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» (Екатеринбург)

Данная статья представляет главную цель проекта MARUEEB, который реализуется в рамках программ ERASMUS+ KA2 и нацелен на разработку и реализацию магистерских программ в сфере строительства энергоэффективных зданий в российских и армянских университетах при поддержке университетов ЕС. Партнёры-работодатели также участвуют в проекте, чтобы установить связь между университетами, бизнесом и социальной средой в различных регионах, где будут осуществляться магистерские программы. Магистерские программы будут разрабатываться в области строительства и архитектуры. Особое внимание будет уделено структуре результатов обучения, чтобы гарантировать реализацию постоянно обновляемого процесса разработки учебных программ.

Ключевые слова: энергоэффективность, строительство, результаты обучения, Болонский процесс.

UDC 69.032.4(084)

Teaching energy efficiency in buildings. The case of MARUEEB project

Vincenzo Bianco, PhD, Professor; **Angelo Musaio**, University of Genoa (Genoa city, Italy); **V. N. Alekhin**, PhD, Professor; **I. N. Mal'tseva**, PhD, Associate Professor, Department of architecture, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin" (Ekaterinburg city, Russia)

The present paper introduces the main aim of the MARUEEB project. MARUEEB project is framed within the ERASMUS+ KA2 Programme and it is aimed at creating master courses on the topic of energy efficiency in buildings in Russian and Armenian Universities with the support of EU universities. Stakeholders are also involved in the project in order to establish a link between the universities and the business and social context of the different locations where the master courses will be implemented. The master programs will be developed in the field of civil engineering and architecture and a strong emphasis on the learning outcome structure is also placed, in order to guarantee the implementation of an up to date process for the designing of study programs.

Keywords: energy efficiency, buildings, learning outcomes, Bologna Process.



● ● Стажировка молодых преподавателей в Университете Генуи

В настоящее время эффективное использование энергии является общемировой концепцией. Многие страны, даже обладающие большими запасами природных ресурсов, таких как природный газ, нефть и т.д., осознали важность их сохранения, чтобы они могли быть использованы в течение более длительного периода. В целях разработки и реализации мер по повышению энергоэффективности особое внимание необходимо уделить сектору образования, обучить новое поколение инженеров, «оснащённое» конкретными техническими знаниями и управленческими навыками в сфере энергетической эффективности.

Проект MARUEEB нацелен на создание в этой области магистерских образовательных программ по инновационным технологиям в области энергоэффективных зданий для российских и армянских работодателей. В России и Армении кли-



● ● Преподаватели университетов Италии, Румынии и Литвы в лаборатории кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» (ТГВ) Строительного института УрФУ имени Б. Н. Ельцина

● ● Члены Консорциума проекта MARUEEB

Российские/армянские участники	Участники от ЕС	Работодатели
Уральский федеральный университет (Россия)	Университет Генуи (Италия)	Инженерная академия Армении (Армения)
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого (Россия)	Второй университет Неаполя (Италия)	Министерство образования и науки Армении (Армения)
Тамбовский государственный технический университет (Россия)	Словацкий технический университет (Словакия)	TICASS Консорциум (Италия)
Воронежский государственный университет архитектуры и строительства (Россия)	Технический университет Яссы (Румыния)	Европейская Ассоциация строительного образования и переподготовки кадров EUCEET (Бельгия)
Национальный политехнический университет Армении (Армения)	Каунасский технологический университет (Литва)	AE Consulting (Армения)
Американский университет Армении (Армения)	—	Некоммерческое партнёрство «Управление строительства Атомстройкомплекс» (Россия)
  Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union	Центр строительной экспертизы R&D (Россия)	
	Проектное предприятие полного цикла «Уралпроектдубрава» (Россия)	

табл. 1

В данной статье приводится обзор проекта MARUEEB с описанием его методологии и целей, особое внимание уделяется разработке и реализации данного проекта в Российской Федерации.

Российские предпосылки

Последние полвека Россия представляла собой главным поставщиком энергоресурсов в Европейском союзе. Кроме того, ЕС также был и остаётся фундаментальным и надёжным партнёром для Российской Федерации, как сосед с рынком в более чем полмиллиарда потребителей [2]. Это касается прежде всего природного газа, который является капиталоемким бизнесом, где спрос и предложение жёстко связаны между собой.



Рабочее совещание консорциума в Ереване (в центре координатор проекта MARUEEB А. Мусайо)

В последние годы в энергетических сценариях появились новые тенденции с точки зрения баланса спроса и предложения. В частности, ЕС переходит к энергетической системе с низким потреблением углеродных ресурсов — были установлены конкретные цели до 2020 года и последующий период. С другой стороны, Российская Федерация также находится на пути преобразования своего энергетического сектора за счёт реализации мер по повышению энергоэффективности, которые могут обеспечить высокую степень инноваций в данном секторе и конкретные целевые показатели, установленные до 2030 года [2].

Эффективное использование энергии и грамотные цепочки поставок энергии во всех отраслях народного хозяйства являются одним из основных столпов

энергетической и экологической политики как в Российской Федерации, так и ЕС. Энергоэффективность обеспечивает экономические, экологические и социальные выгоды, которые выходят далеко за пределы энергетического сектора. В дополнение ко многим конкретным решениям энергетической политики, задачи энергоэффективности оказывают сильное влияние на другие сектора экономики, в частности, транспорта и городского планирования. Соответственно, реализация политики в области энергоэффективности требует тесной координации между многими заинтересованными сторонами и субъектами и хорошо функционирующей системы управления [2].

В Российской Федерации имеется высокий потенциал для внедрения мероприятий по экономии энергии и реализации

мер по повышению энергоэффективности. Фактически все эти меры включены в «Энергетическую стратегию Российской Федерации до 2030 года» и считаются одними из приоритетных направлений модернизации и «инновационализации» страны. Конкретная цель, на самом деле, состоит в том, чтобы к 2020 году снизить энергоёмкость ВВП страны на 40 % по отношению к уровню 2007 года. Области, которые имеют большой потенциал для экономии энергии и эффективности энергоснабжения (речь идёт об электрической и тепловой энергии), — это здания гражданского и промышленного сектора [2].

Эффективное использование энергии и грамотные цепочки поставок энергии во всех отраслях народного хозяйства являются одним из основных столпов энергетической и экологической политики как в России, так и в Евросоюзе. Энергоэффективность обеспечивает экономические, экологические и социальные выгоды, которые выходят далеко за пределы энергетического сектора

В настоящее время основным направлением государственной политики России являются: проведение энергетических аудитов, установка приборов учёта, введение энергосберегающих обязательств для бюджетных организаций, разработка стандартов энергоэффективности для определённых видов продукции, пересмотр старых и принятие новых стандартов для существующих и вновь построенных зданий различного назначения, продвижение принципов энергоэффективности [2]. Современные знания и технологии в области ресурсосбережения предполагают огромный потенциал для тесного сотрудничества между Российской Федерацией и ЕС. Инновационная и очень строгая политика с точки зрения потребления энергии в зданиях различного назначения (например, Директива о строительстве зданий с нулевым энергопотреблением) внесла свой вклад в развитие компетенций высокого уровня в разработке энергоэффективных зданий [3]. Аналогичным образом были приобретены значительные знания и компетенции в области генерации и передачи энергии на городском и местном уровнях, которыми можно было бы поделиться с Россией.



Преподаватели университетов Италии, Румынии и Литвы в лаборатории кафедры «Водное хозяйство и технология воды» (ВХиТВ) Строительного института Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Кроме того, можно предусмотреть совместную деятельность по управлению энергией, по внедрению новых технологических инноваций и поддержки занятости, в том числе в образовательной деятельности. ЕС мог бы также поддержать российскую сторону в дальнейшей разработке политики и институциональной базы в области энергоэффективности. Также по примеру ЕС следует укреплять сотрудничество между местными и региональными органами власти с использованием существующих инициатив [2].

Политика обеих сторон должна быть направлена на развитие благоприятных условий для сотрудничества между Россией и ЕС в области энергоэффективности, таких как:

- повышение качества обмена информацией;
- обмен опытом в области стимулирования ресурсосбережения;
- разработка технико-экономического обоснования для реализации демонстрационных проектов в сфере энергоэффективности;
- проведение работы по сближению законодательства по энергоэффективности в России и ЕС.

В краткосрочной перспективе основное внимание должно быть направлено на взаимное обучение и обмен передовым опытом между ЕС и Российской Федерацией. С этой целью представляется эффективным сотрудничество между высшими учебными заведениями ЕС и России в рамках реализации передачи знаний и опыта, а также начала дискуссии по этой теме в российском научном сообществе. К тому же, среди рекомендаций, мер и этапов «Протокола по сотрудничеству между ЕС и Россией в сфере энергетики до 2050 года» указана необходимость «...в совместной разработке и внедрении образовательных программ и программ по подготовке кадров для деятельности в различных сферах энергоэффективности (при участии ведущих технических вузов России и ЕС), включая подготовку кадров в сфере управления энергопотреблением» [2].

Проект MARUEEB

Как сказано ранее, Российская Федерация обладает огромным потенциалом для реализации программы по экономии энергии и мер по повышению эффективности, которые, к тому же, поддерживаются на уровне стратегических и плановых документов правительства, поэтому они находятся в центре политических, социальных и экономических дискуссий. По этим причинам партнёра-

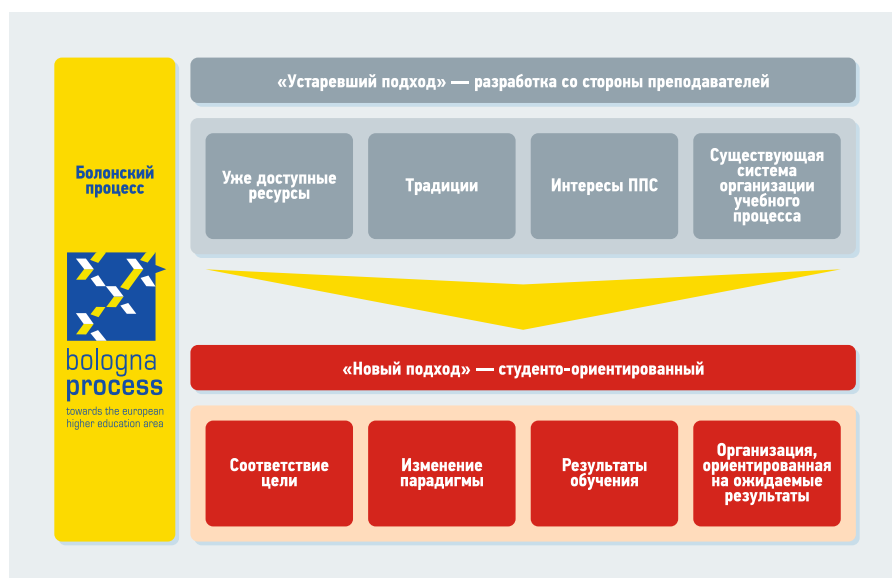


✚ Рабочая встреча консорциума в Ереване

ми консорциума MARUEEB (см. табл. 1) было принято решение приступить к работе над проектом, связанным с разработкой и реализацией магистерских образовательных программ в области энергоэффективности в четырёх российских университетах, а именно: Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого, Тамбовском государственном техническом университете и Воронежском государственном архитектурно-строительном университете. Магистерские образовательные программы будут реализованы в области строительства и архитектуры. Они нацелены на передачу передового опыта ЕС в области разработки образовательных программ в сфере энергоэффективности. Цель MARUEEB как проекта двойка: с одной стороны, это серьёзный акцент

на инженерную и управленческую подготовку (например, включение в образовательную программу таких дисциплин как строительная физика, энергетическая эффективность, оценка проекта и т.д.), а с другой стороны — необходимо отметить аспект, связанный с реформированием образовательных программ в соответствии с Болонским процессом.

В частности, отметим необходимость перехода от обучения, ориентированного на преподавательский состав, к «студенто-ориентированному» подходу (рис. 1). Данное изменение парадигмы требует, чтобы студент находился в центре процесса обучения в ходе создания и реализации образовательных программ. Это означает, что образовательная деятельность и учебные модули разрабатываются таким образом, чтобы они были полезны студентам для осуществления ими профессиональной деятельности.



✚ Рис. 1. Изменение парадигмы образования в соответствие с Болонским процессом

Современные образовательные программы сосредоточены скорее на структуре, чем на студентах. Процесс перехода к студенто-ориентированному подходу в настоящее время протекает во всём мире, его целью является внедрение инновационного процесса разработки образовательных программ

В свете вышеизложенного тесное взаимодействие с предприятиями и рынком труда является обязательным, потому что они представляют будущих работодателей студентов, обучающихся в магистратуре [4]. Студенто-ориентированный подход требует изменения сознания профессорско-преподавательского состава, ответствен-



Рабочая встреча консорциума в Ереване



Вручение диплома о повышении квалификации

ного за разработку и реализацию учебных программ, с точки зрения результатов обучения, которые должны быть достигнуты в соответствии с уровнем образования (бакалавр, магистр, аспирант) [4].

В настоящее время многие образовательные программы разработаны на основе традиций, имеющихся ресурсов и интересов профессорско-преподавательского состава, поэтому их можно рассматривать как «основанные на имеющейся базе» и «ориентированные на профессорско-преподавательский состав».

Иными словами, они сосредоточены скорее на структуре, чем на студентах. Переход к «студенто-ориентированному» подходу — это процесс, протекающий в настоящее время во всём мире, и целью данного перехода является внедрение инновационного процесса разработки образовательных программ.

В частности, акцент делается на том, что результаты обучения должны соответствовать целям программы, удовлетворять потребностям и ожиданиям студентов и общества, направлены на обеспечение их занятости после окончания учебного заведения, развитие личности и гражданской позиции [4].

Всё это подчёркивает важность и необходимость организации позитивного сотрудничества и создания прочных отношений между высшими учебными заведениями и работодателями, которые становятся центральными фигурами в процессе разработки образовательных программ, потому что они будут конечными выгодоприобретателями образовательного процесса. Важность взаимоотношений между университетами и работодателями особо подчёркивается в ме-



Участники консорциума на экскурсии в компании «Атомстройкомплекс», являющейся крупнейшим застройщиком на Урале (город Екатеринбург)



● ● Участники консорциума на стартовой встрече в Университете Генуи

ждународном проекте MARUEEB, так как первый этап проекта представлен анкетированием около ста предприятий и организаций Российской Федерации и Армении для того, чтобы выполнить анализ потребностей рынка труда и понять, какие существуют запросы со стороны бизнеса и общества в регионах реализации разрабатываемых образовательных программ.

Таким образом, можно будет лучше решать вопросы, возникающие в конкретном контексте и оптимизировать образовательные программы, основываясь на потребностях местного сообщества. Конечно же, более общий подход, основанный на национальных и международных тенденциях, также принимается во внимание при разработке образовательных программ, для того чтобы они имели национальные и международные преимущества. На основе вышеизложенной информации будут разработаны магистерские образовательные программы, основанные на результатах обучения и содержащие современные знания в области энергоэффективности зданий.

Выводы

Проект MARUEEB создан в рамках проекта ERASMUS+ Ka2 и способствует созданию консорциума между вузами ЕС, России, Армении и работодателями.

Работа консорциума посвящена разработке инновационных образовательных программ и учебно-методических модулей в области энергоэффективности зданий, для того чтобы российские и армянские инженеры получали современные и актуальные знания в данной области

В данной статье кратко обсуждается и анализируется важность развития зна-

На основе анализа энергетической стратегии России подчеркивается, что центральная роль отведена осуществлению мер по повышению энергоэффективности в строительном секторе, а также что разработка образовательных программ в этой области имеет стратегическое значение

ний, связанных с энергоэффективностью зданий, особое внимание уделено российской части проекта. В частности, на основе анализа энергетической стратегии России подчеркивается, что центральная роль отведена осуществлению мер по повышению энергоэффективности в строительном секторе, а также что разработка образовательных программ в этой области имеет стратегическое значение. С другой стороны, образовательный процесс должен быть разработан современным и эффективным способом, с учётом Болонского процесса, который ввёл понятие студенто-ориентированного подхода к разработке образовательных программ. В этом контексте роль работодателей имеет основополагающее значение, поскольку с их помощью будут установлены связи с рынком труда. Их участие считается значимым при формулировании содержания образовательных программ, для того чтобы убедиться, что они интересны компаниям-работодателям и возможность выпускников найти работу по профилю максимальна. ●

Благодарности и уведомления

Проект MARUEEB 561890-ПОП-1-2015-1-IT-EPPKA2-CBHE-JP «Магистерские программы по инновационным технологиям в сфере энергоэффективного строительства для университетов и предприятий РФ и Армении» финансируется при поддержке Европейской комиссии, ERASMUS+ Programme.

Данная статья отражает только точку зрения авторов, и Европейская комиссия не несёт ответственность за информацию, представленную в данной статье.

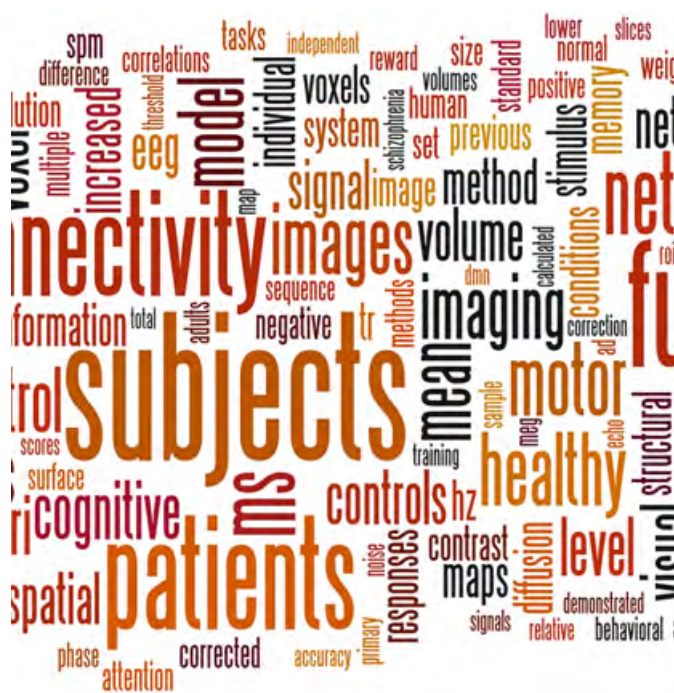
1. Vincenzo Bianco, Federico Scarpa, Luca A. Tagliafico. Analysis and future outlook of natural gas consumption in the Italian residential sector // Energy Conversion and Management. 2014. Vol. 87. Pp. 754–764.
 2. Roadmap. EU-Russia Energy Cooperation until 2050. March 2013.
 3. Tomas Maltby. European Union energy policy integration: A case of European Commission policy entrepreneurship and increasing supra nationalism // Energy Policy. 2013. Vol. 55. Pp. 435–444.
 4. Jenneke Lokhoff, Bas Wegewijs, Katja Durkin, Robert Wagenaar et al. A Tuning Guide to Formulating Degree Programme Profiles. Publicaciones de la Universidad de Deusto. 2010. ISBN: 978-84-9830-375-9.
- References — see p. 95.

O.D. Samarin, PhD, Associate Professor, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRMSU of CE)

1. Gagarin V.G., Kozlov V.V. O normirovanii teplozaschityi i trebovaniyakh raskhoda energii na otoplenie i ventilyatsiyu v proekte aktualizirovannoy redaktsii SNiP "Teplovaya zashchita zdaniy" [About rationing thermal protection requirements and energy consumption for heating and ventilation in the actualize release of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) "Thermal protection of buildings"] // *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura* [Papers of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture]. 2013. Vol. 50. No. 31-2. Pp. 468–474.
2. Gagarin V.G., Pastushkov P.P. Kolichestvennaya ocenka energoeffektivnosti energosberegayushchikh meropriyatiy [The quantitative estimation of energy efficiency of energy saving measures] // *Stroitel'nye materialy* [Building materials]. 2013. No 6. Pp. 7–9.
3. Rymarov A.G., Savichev V.V. Osobennosti raboty regenerativnoy sistemy ventilyatsii administrativnogo zdaniya [Features of operation of the regenerative ventilating system of the administrative building] // *Vestnik MGSU* [Papers of the MSUCE]. 2013. No. 3. Pp. 174–177.
4. Allan Hani, Teet-Andrus Koiv. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings // *Smart Grid and Renewable Energy*. 2012. Vol. 3. No. 3. Pp. 231–238.
5. Liu G., Liu H. Using Insulation in China's Buildings: Potential for Significant Energy Savings and Carbon Emission Reductions // *Low Carbon Economy*. 2011. Vol. 2. No. 4. Pp. 220–223.
6. Jedinák Richard. Energy Efficiency of Building Envelopes // *Advanced Materials Research* 2013. Vol. 855. Pp. 39–42.
7. Dmitriyev A.N., Tabunshchikov Yu.A., Kovalyov I.N., Shilkin N.V. Rukovodstvo po ocenke ekonomicheskoy effektivnosti investitsiy v energosberegayushchiye meropriyatiya [Manual according to an economic efficiency of the investments in energy saving measures]. Moscow. Izdatel'stvo AVOK-Press [AVOK-Press Publishers]. 2005. 120 p.
8. Samarin O.D. Vliyaniye utilizatsii teploty vtyazhnogo vozdukh na povyshenie energoeffektivnosti zilykh zdaniy [The influence of recovery of exhaust air heat on the increase of energy efficiency of residential buildings]. *Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve* [Mounting and special works in construction]. 2015. No. 2. Pp. 21–23.
9. Samarin O.D. Teplofizika. Energoberezeniye. Energoeffektivnost' [Thermal physics. Energy saving. Energy efficiency]. Moscow. Izdatel'stvo ASV [DIA Publishers]. 2011. 296 p.

T. V. Shchukina, PhD, Associate Professor; **R. A. Sheps**, PhD student; **M. N. Zherlykina**, PhD, Associate Professor, the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University (VSTU)

1. Baskakov A.P., Munc V.A. Netradiacionnyye i vozobnovljaemye istochniki jenerгии [Alternative and renewable energy sources]. Moscow. Izdatel'skij dom Bastet ["Bastet" Publishing House]. 2013. 368 p.
2. Butuzov V.A. Solnechnoe teplosnabzhenie: mirovoj opyt i perspektivy rossijskoj geliotekhniki [Solar heating: international experience and prospects of the Russian solar technology] // Al'ternativnaja jenergetika i jekologija [Alternative Energy and Ecology]. 2013. No. 8. Pp. 42–48.
3. Butuzov V.A., Butuzov V.V. Ispol'zovanie solnechnoj jenerгии dlja proizvodstva teplovoj jenerгии: Spravochno-metodicheskoe izdanie [The use of solar energy for thermal energy production. The referential methodical issue]. Moscow. "Intehjenergo-Izdat", "Teplojenergetiki" ["Intekhenenergo-Izdat", "Heat-power engineering specialist"]. 2015. 304 p.
4. John Daffi, William Beckman. Osnovy solnechnoj teplojenergetiki [Fundamentals of solar thermal power]. Dolgoprudny. Izdatel'skij dom Intellekt ["Intelligence" Publishing House]. 2013. 888 p.
5. Zemskov V.I. Vozobnovljaemye istochniki jenerгии v APK [Renewable energy in the agro-industrial complex]. Saint-Petersburg. Izdatel'stvo Lan' ["Fallow-deer" Publishing House]. 2014. 368 p.
6. Smirnova O.A., Vashhinskaja I.V., Avetisjan Ju. Je. Issledovanie teplofizicheskikh svoystv absorbentov dlja naduvnykh vozdušnykh solnechnykh kollektorov // The research of thermal properties of absorbers for inflatable air solar collectors // Innovacionnaja nauka [Innovative Science]. 2015. No. 8. Part 2. Pp. 76–78.
7. Tian Y., Zhao C.Y. A review of solar collectors and thermal energy storage in solar thermal applications // Applied Energy. 2013. No. 104. Pp. 538–553.
8. Schoof Mareike, Resch Bernd, Ludwig Dorothea. A GIS-based concept for solar energetic examination of new building projects // GIS and Science. 2013. Vol. 26. No. 3. Pp. 97–103.
9. D'Antoni M., Saro O. Energy potential of a Massive Solar-Thermal Collector design in European climates // Solar Energy. 2013. No. 93. Pp. 195–208.
10. Student solar heizen // Sonne Wind und Wärme. 2014. Vol. 38. No. 3. P. 24.
11. Tan Alex Yong Kwang, Wong Nyuk Hien. Influences of ambient air speed and internal heat load on the performance of solar chimney in the tropics // Solar Energy. 2014. No. 102. Pp. 116–125.
12. Tyagi R. K., Ranjan Ravi, Kishore Kunal. Performance studies on flat plate solar air heater subjected to various flow patterns // Solar Technology. 2014. No. 2. Pp. 38–43.
13. Kaluri R., Vijayaraghavan S., Ganapathisubbu S. Model development and performance studies of a concentrating direct absorption solar collector // J. Solar Energy Eng. 2015. Vol. 137. No. 2. Pp. 210–215.
14. Bahrehmand D., Ameri M. Energy and exergy analysis of different solar air collector systems with natural convection // Renewable Energy. 2015. No. 74. Pp. 357–368.



15. Kong Weiqiang, Perers Bengt, Fan Jianhua, Furbo Simon et al. A new Laplace transform method for dynamic testing of solar collectors // *Renewable Energy*. 2015. No. 75. Pp. 448–458.
16. Petrov V.M. Ocenka postuplenija solnechnoj energii na poverhnosti aktivnyh fasadno-integrirrovannyh solnechnyh sistem energosnabzhenija [Estimate of solar energy on the surface of active facades-integrated solar power systems] // *Alt'ernativnaja jenergetika i jekologija* [*Alternative Energy and Ecology*]. 2014. No. 11. Pp. 85–91.
17. Turulov A.V. Geloaktivnyye steny zdaniy [Heliactive walls of buildings]. Moscow. Izdatel'stvo ASV [DIA Publishers]. 2011. 168 p.
18. Berthou Yannick, Biwole Pascal Henry, Achard Patrick, Sallee Hebert et al. Full scale experimentation on a new translucent passive solar wall combining silica aerogels and phase change materials // *Solar Energy*. 2015. No. 115. Pp. 733–742.
19. Shchukina T.V., Chudinov D.M. Issledovanie jeffektivnosti jenergoaktivnyh ograzhdenij dlya passivnogo solnechnogo otoplenija [The research of efficiency of energy active enclosures for passive solar heating] // *Promyshlennaja jenergetika* [*Industrial Energy*]. 2007. No. 8. Pp. 52–54.
20. SP [Set of Rules] 131.13330.2012. Stroitel'naja klimatologija. Aktualizirovannaja redakcija SNIp [Building climatology. An actualize release of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia)] 23-01–99*. Minregion Rossii [Ministry of Regional Development of the Russian Federation]. Moscow. OOO "Analitik" [Analyst LLC]. 2012. 108 p.
21. SP [Set of Rules] 50.13330.2012. Teplovaja zashhita zdaniy. Aktualizirovannaja redakcija SNIp [Thermal protection of buildings. An actualize release of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia)] 23-02–2003. Minregion Rossii [Ministry of Regional Development of the Russian Federation]. Moscow. OOO "Analitik" [Analyst LLC]. 2012. 95 p.
22. Patent No. 2327847 MCI E06B 9/24. Solncezashhitnoe okno [Solar-protective casement] / Shchukina T.V., Chudinov D.M., Kuznetsova L.V. Voronezhskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet [Voronezh State Architectural and Construction University]. Moscow. No. 2006136742. Decl. of Nov 16 of 2006. Publ. of June 27 of 2008. Bul. No. 18.
23. Request for the invention. No. 2015106253 of Feb 24 of 2015. Solar thermal collector.

P.I. Dziachek, Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Department of heat and ventilation; **S.A. Makarevich**, PhD; **D.G. Livanskij**, master of technical science, Belarusian national technical University (BelNTU)

1. Sotnikov A.G. Teplofizicheskij raschjot teplopoter' podzemnoj chasti zdaniy [Thermophysical calculation of the heat loss of the underground parts of buildings] // AVOK. 2010. No. 8. Pp. 62–69.
2. Tehnicheskij kodeks ustojavshejsja praktiki (TKP) [Technical Code of Steady Practice] 45-4.02-140–2009 (02250): Poteri teploty cherez poly po gruntu i zaglubljonnye chasti zdaniy. Porjadok raschjota [Heat losses through floors on the ground and underground parts of buildings. The procedure for calculating]. Minsk. Minstrojarhitektury RB [The Ministry of Construction and Architecture of the Republic of Belarus]. 2009. 22 p.
3. Chudnovskij A.F. Teplofizika pochv [Thermal physics of soil]. Moscow. Isdatel'stvo Nauka ["Science"] Publishers, 1976. 353 p.
4. Spravochnik po klimatu SSSR: V 34 vyp. [Guide to Climate of the USSR. Vols. 1–34]. Moscow. Gidrometeoizdat [Hydrometeorological publishing]. 1964–1979.
5. Budyko M.I. Teplovoy balans zemnoj poverhnosti [The heat balance of the Earth's surface]. Saint-Petersburg. Gidrometeoizdat [Hydrometeorological publishing]. 1956. 255 p.



Vincenzo Bianco, PhD, Professor; **Angelo Musaio**, University of Genoa (Genoa city, Italy); **V.N. Alekhin**, PhD, Professor; **I.N. Mal'tseva**, PhD, Associate Professor, Department of architecture, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin" (Ekaterinburg city, Russia)

1. Vincenzo Bianco, Federico Scarpa, Luca A. Tagliafico. Analysis and future outlook of natural gas consumption in the Italian residential sector // *Energy Conversion and Management*. 2014. Vol. 87. Pp. 754–764.
2. Roadmap. EU-Russia Energy Cooperation until 2050. March 2013.
3. Tomas Maltby. European Union energy policy integration: A case of European Commission policy entrepreneurship and increasing supra nationalism // *Energy Policy*. 2013. Vol. 55. Pp. 435–444.
4. Jenneke Lokhoff, Bas Wegewijs, Katja Durkin, Robert Wagenaar et al. A Tuning Guide to Formulating Degree Programme Profiles. Publicaciones de la Universidad de Deusto. 2010. ISBN: 978-84-9830-375-9.