

научно-технический журнал

ВЕСТНИК



МГСУ

11/2015



материалы оборудование технологии

Научно-технический журнал по строительству и архитектуре

2015 № 11

Москва

НИУ МГСУ

СОДЕРЖАНИЕ

Гогина Е.С. НИУ МГСУ в международном формате 5

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ

- Плотников А.А.* Архитектурно-конструктивные принципы и инновации в строительстве стеклянных зданий 7
- Ягольник Е.С.* Особенности планировочной организации кварталов малоэтажной жилой застройки в структуре крупного города на примере Иркутска 16

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

- Алгазин С.Д.* Колебания мембраны с кусочно-гладким контуром и смешанными краевыми условиями 29
- Андреев В.И., Полякова Л.С.* Аналитическое решение физически нелинейной задачи для неоднородной толстостенной цилиндрической оболочки 38
- Бедов А.И., Гайсин А.М., Габитов А.И., Галеев Р.Г., Салов А.С., Шибиркина М.С.* Определение теплопотерь узла сопряжения оконной рамы со стеной при замене устаревшей конструкции оконных блоков на современные 46
- Замалиев Ф.С., Морозов В.А.* Натурные испытания и численные эксперименты сталежелезобетонного перекрытия 58
- Золина Т.В., Садчиков П.Н.* Прогнозируемый эффект от принятия конструктивных решений по обеспечению надежности промышленного объекта 68
- Turusov R.A., Metarianfard H.* Numerical prediction of residual stresses in open-ended thick-walled cross-ply filament wound fiber-reinforced cylinders (Численный прогноз остаточных напряжений в толстостенных диагональных намоточных цилиндрах из армированных полимеров с открытыми концами) 80

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ. МЕХАНИЗМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

- Тускаева З.Р.* Техническая оснащенность в строительстве: проблемы и пути совершенствования 90

Основан в 2005 году, 1-й номер вышел в 2006 г.
Выходит ежемесячно

Учредители:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), общество с ограниченной ответственностью «Издательство АСВ»

Выходит

при научно-информационной поддержке Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), международной общественной организации «Ассоциация строительных высших учебных заведений» (АСВ)

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-63119 от 18 сентября 2015 г.

Включен в утвержденный ВАК Минобрнауки России Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

Индексируется в РИНЦ,
UlrichsWeb Global Serials Directory,
DOAJ, EBSCO, Index Copernicus

Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering

Scientific and Technical Journal
on Construction and Architecture

Founded in 2005, 1st issue was published in 2006.
Published monthly

Founders: Moscow State University of Civil Engineering
(National Research University) (MGSU)
ASV Publishing House

The Journal enjoys the academic and informational support provided by the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (RAACS), International Association of Institutions of Higher Education in Civil Engineering

The Journal has been included in the list of the leading review journals and editions of the Highest Certification Committee of Ministry of Education and Science of Russian Federation in which the basic results of PhD and Doctoral Theses are to be published

Главный редактор
 акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.
В.И. Теличенко (НИУ МГСУ)

Редакционная коллегия:

Х.Й.Х. Броуэрс (Технический университет Эйнховена, Нидерланды),

А.И. Бурханов (ВолгГАСУ),

А.А. Волков (НИУ МГСУ),

О.Е. Горячева (отв. редактор, НИУ МГСУ),

О.В. Игнатьев (РУДН),

Е.В. Королев (НИУ МГСУ),

О.И. Поддаева (НИУ МГСУ),

А.П. Пустовгар (НИУ МГСУ),

А.В. Шамшин (Университет Центрального Ланкашира, Соединенное Королевство)

Редакционный совет:

А.А. Волков (председатель),

П.А. Акимов, Ю.М. Баженов,

О.О. Егорычев, Е.А. Король, Н.С. Никитина,

В.И. Теличенко, З.Г. Тер-Мартirosян (НИУ МГСУ),

С.А. Амбарцумян (Концерн «МонАрх»),

А.Т. Беккер (ДВФУ, ДВРО РААСН, Владивосток),

Н.В. Баничук, С.В. Кузнецов (ИПМ

им. А.Ю. Ишлинского РАН),

Й. Вальравен (Технический университет Дельфта, Нидерланды),

Й. Вичан (Университет Жилина, Словакия),

З. Войчицкий (Вроцлавский технологический университет, Польша),

М. Голицки (Институт Клокнера Чешского

технического университета в Праге,

Чешская Республика),

В.Т. Ерофеев (МГУ им. Н.П. Огарева)

Н.П. Кошман (Ассоциация строителей России),

П. МакГи (Университет Болтона,

Соединенное Королевство),

Н.П. Осмоловский (МГУ им. М.В. Ломоносова),

П.Я. Паль (Технический университет Берлина,

Германия), **В.В. Петров** (СГТУ, Саратов),

Е.И. Пупырев (ГУП «МосводоканалНИИпроект»),

А.Ю. Русских (Государственная Дума Федерального

Собрания Российской Федерации),

Ю.А. Табунчиков (МАРХИ),

О.В. Токмаджян (Совет старейшин г. Еревана,

Армения),

В.И. Травуш (РААСН)

Адрес редакции:

129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, МГСУ.

Тел./ факс +7 (499) 188-15-87, (499) 188-29-75,

e-mail: vestnikmgsu@mgsu.ru

Электронная версия журнала

<http://vestnikmgsu.ru>

ISSN 2304-6600 (Online)

Периодическое научное издание

Вестник МГСУ. 2015. № 11

Научно-технический журнал

Зав. редакцией журналов **О.В. Горячева**

Корректор **А.А. Дядичева**

Верстка **А.Д. Федотов**

Перевод на английский язык **О.В. Иванова**

Подписано в печать 26.11.2015. Формат 70x108/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Гарнитура Таймс. Усл.-печ. л. 19, 1. Уч.-изд. л. 16, 3.

Тираж 200 экз. Заказ № 400.

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский

Московский государственный строительный

университет».

Издательство МИСИ — МГСУ

www.mgsu.ru, ric@mgsu.ru

(495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75.

Отпечатано в типографии Издательства МИСИ — МГСУ,

(499) 183-91-44, 183-67-92, 183-91-90.

129337, Москва, Ярославское шоссе, 26

Перепечатка или воспроизведение материалов

номера любым способом полностью или по частям

допускается только с письменного разрешения Издателя.

Распространяется по подписке.

Подписка по каталогу агентства «Роспечать».

Подписной индекс 18077 (полугодовая),

36869 (годовая)

© НИУ МГСУ, 2015

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Толстой А.Д., Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Ковалева И.А. Порошковые бетоны с применением техногенного сырья 101
Шеховцова С.Ю., Высоцкая М.А. Влияние углеродных нанотрубок на свойства ПБВ и асфальтобетона 110

БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Волков А.А., Антонов С.В. Элементы автоматизации дистанционного оповещения о чрезвычайных ситуациях от лиц с ограниченными возможностями 120
Фокина З.Т., Подлесных А.И. Синергетический подход к экологизации цементного производства 130

ГИДРАВЛИКА. ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ. ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Михайлов И.Е., Алисултанов Р.С. Расчет спиральных камер гидротурбин по уравнениям течения, вызываемого вихревым стоком — окружностью 142
Орехов В.В. Исследование напряженно-деформированного состояния и устойчивости каменно-набросной дамбы при сейсмическом воздействии 157
Политько В.А., Кантаржи И.Г. Обеспечение безопасной работы и надежности при проектировании стационарных ледостойких морских нефтегазопромысловых гидротехнических сооружений 167

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В. Стоимостной инжиниринг как основа интеграции процессов планирования, финансирования и ценообразования в инвестиционно-строительной деятельности 178

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЛОГИСТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Волков А.А., Антонов С.В. Алгоритм восстановления однозначности в системе дистанционного оповещения о чрезвычайных ситуациях от лиц с ограниченными возможностями 186
Лалидус А.А., Фельдман А.О. Оценка организационно-технологического потенциала строительного проекта, формируемого на основе информационных потоков 193

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В ВЫСШЕЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Тельной В.И., Рычкова А.В. Обеспечение принципа наглядности при изучении графических дисциплин 202
Авторам 212

CONTENT

Gogina E.S. National research university MGSU
in the international form.....5

ARCHITECTURE AND URBAN DEVELOPMENT.
RESTRUCTURING AND RESTORATION

Plotnikov A.A. Architectural and engineering principles
and innovations in the construction of glass-facade buildings7
Yagol'nik E.S. Planning organization features of blocks
of low-rise buildings in the structure of a big city Irkutsk.....16

DESIGNING AND DETAILING OF BUILDING SYSTEMS.
MECHANICS IN CIVIL ENGINEERING

Algazin S.D. Fluctuations of the membrane with piecewise
smooth contour and mixed boundary conditions29
Andreev V.I., Polyakova L.S. Analytical solution of physically
nonlinear problem for an inhomogeneous thick-walled
cylindrical shell.....38
**Bedov A.I., Gaysin A.M., Gabitov A.I., Galeev R.G., Salov A.S.,
Shibirkina M.S.** Determination of heat losses
of a window frame to the wall joint when replacing the outdated
constructions of window blocks with modern ones46
Zamaliy F.S., Morozov V.A. Field tests and numerical
experiments of composite reinforced concrete floor.....58
Zolina T.V., Sadchikov P.N. The projected effect from
acceptance of constructive solutions to ensure the reliability
of an industrial facility68
Turusov R.A., Memarianfard H. Numerical prediction
of residual stresses in open-ended thick-walled cross-ply
filament wound fiber-reinforced cylinders.....80

TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION PROCEDURES.
MECHANISMS AND EQUIPMENT

Tuskaeva Z.R. Technical equipment in the construction:
problems and ways to improve90

RESEARCH OF BUILDING MATERIALS

Tolstoy A.D., Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Kovaleva I.A.
Powder concretes with technogenic materials101
Shekhovtsova S.Yu., Vysotskaya M.A. Effect of carbon
nanotubes on the properties of PMB and asphalt concrete110

SAFETY OF BUILDING SYSTEMS.
ECOLOGICAL PROBLEMS OF CONSTRUCTION
PROJECTS. GEOECOLOGY

Volkov A.A., Antonov S.V. Elements of automation
of distance emergency alerts from persons with disabilities.....120
Fokina Z.T., Podlesnykh A.I. Synergetic approach
to the ecologization of industrial production130

HYDRAULICS. ENGINEERING HYDROLOGY.
HYDRAULIC ENGINEERING

Mikhaylov I.E., Alisultanov R.S. Calculation of spiral turbine
cases according to the equations of flow caused by vortex
discharge — circle142

Editor-in-chief
Member of the Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences
(RAACS), DSc, Prof. **V.I. Telichenko**,
(MGSU)

Editorial board:

H.J.H. Brouwers (Eindhoven University of Technology,
Netherlands),
A.I. Burkhanov (VSUCE, Volgograd,
Russian Federation),
O.E. Goryacheva (Executive Editor,
MGSU, Moscow, Russian Federation),
O.V. Ignat'ev (PFUR, Moscow, Russian Federation),
E.V. Korolev (MGSU, Moscow, Russian Federation),
O.I. Poddaeva (MGSU, Moscow, Russian Federation),
A.P. Pustovgar (MGSU, Moscow, Russian Federation),
A.V. Shamshin (University of Central Lancashire,
Preston, United Kingdom),
A.A. Volkov (MGSU, Moscow, Russian Federation)

Editorial council:

A.A. Volkov (Chairman),
P.A. Akimov, Yu.M. Bazhenov,
O.O. Egorychev, E.A. Korol, N.S. Nikitina,
V.I. Telichenko, Z.G. Ter-Martirosyan
(MGSU, Moscow, Russian Federation),
S.A. Ambartsumyan (MonArch Group,
Moscow, Russian Federation),
A.T. Bekker (Far Eastern Federal University,
FERD RAASN, Vladivostok, Russian Federation),
N.V. Banichuk, S.V. Kuznetsov (A. Ishlinsky Institute
for Problems in Mechanics RAS, Moscow,
Russian Federation),
V.T. Erofeev (Ogarev Mordovia State University, Saransk,
Russian Federation)
M. Holický (Czech Technical University in Prague, Klokner
Institut, Czech Republic),
N.P. Koshman (Builders Association of Russia,
Moscow, Russian Federation),
P. McGhee (University of Bolton,
United Kingdom),
N.P. Osmolovskiy (Lomonosov Moscow
State University, Russian Federation),
P.J. Pahl (Technical University of Berlin, Germany),
V.V. Petrov (Saratov State Technical University,
Russian Federation),
E.I. Pupyrev (MosvodokanalNIiproekt, Moscow,
Russian Federation),
A. Yu. Russkikh (State Duma of the Federal Assembly of
the Russian Federation),
Yu.A. Tabunshchikov (Moscow Institute of Architecture
(State Academy), Russian Federation),
O.V. Tokmadzhyan (Council of Elders of Erevan,
Armenia),
V.I. Travush (Russian Academy of Architecture and
Construction Sciences, Moscow, Russian Federation),
J. Vičan (University of Zilina, Slovakia),
J. Walraven (Delft University of Technology, Netherlands)
Z. Wójcicki (Wrocław University of Technology, Poland)

Address:
MGSU, 26, Yaroslavskoye shosse, Moscow,
129337, Russian Federation
Tel./ fax +7 (499) 188-15-87, (499) 188-29-75,
e-mail: vestnikmgsu@mgsu.ru
online version of the journal
<http://vestnikmgsu.ru/>
ISSN 2304-6600 (Online)

Editorial team of issues:
Head of journal editorial office **O.V. Goryacheva**
Corrector **A.A. Dyadicheva**
Layout **A.D. Fedotov**
Russian-English translation **O.V. Ivanova**

Reprint or reproduction of material numbers
by any means in whole or in part is permitted only with
prior written permission of the publisher – MGSU.
Distributed by subscription

Orekhov V.V. Research of stress-strain state and stability of a rockfill dam under seismic actions..... 157
Polit'ko V.A., Kantarzhi I.G. Providing safety and reliability in the design of the offshore ice-resistant stationary oil and gas structures..... 167

ECONOMICS, MANAGEMENT AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION PROCESSES

Sborshchikov S.B., Lazareva N.V. Cost engineering as the basis for integration of the processes of planning, financing and pricing in investment and construction activity 178

INFORMATION SYSTEMS AND LOGISTICS IN CIVIL ENGINEERING

Volkov A.A., Antonov S.V. Algorithm of restoring unambiguity in the system of distance emergency alerts from persons with disabilities 186
Lapidus A.A., Fel'dman A.O. Valuation of organizational and technological capacity of a building project formed on the basis of information flows 193

PROBLEMS OF HIGHER EDUCATION IN CIVIL ENGINEERING

Tel'noy V.I., Rychkova A.V. Ensuring the principle of visibility when examining graphic disciplines 202
For authors 212

Цели, задачи и тематика журнала.

Редакционная политика

В научно-техническом журнале «Вестник МГСУ» публикуются научные материалы по проблемам строительной науки и архитектуры (строительство в России и за рубежом: материалы, оборудование, технологии, методики; архитектура: теория, история, проектирование, реставрация; градостроительство).

Тематический охват соответствует утвержденной Номенклатуре научных специальностей:

из отрасли 05.00.00 Технические науки — группа специальностей 05.23.00 Строительство и архитектура (все специальности), а также в приложении к строительству и архитектуре:

группа специальностей 05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление
 группа специальностей 05.26.00 Безопасность деятельности человека

группа специальностей 05.02.00 Машиностроение и машиноведение

отрасль 08.00.00 Экономические науки.

К рассмотрению и публикации в основных тематических разделах журнала принимаются аналитические материалы, научные статьи, обзоры, рецензии и отзывы на научные публикации по фундаментальным и прикладным вопросам строительства и архитектуры.

Все поступающие материалы проходят научное рецензирование (двойное слепое) с участием редсовета и привлечением внешних экспертов — активно публикующихся авторитетных специалистов по соответствующим предметным областям.

Копии рецензий или мотивированный отказ в публикации предоставляются авторам и в Минобрнауки России (по запросу). Рецензии хранятся в редакции в течение 5 лет.

Редакционная политика журнала базируется на основных положениях действующего российского законодательства в отношении авторского права, плагиата и клеветы, и этических принципах, поддерживаемых международным сообществом ведущих издателей научной периодики и изложенных в рекомендациях Комитета по этике научных публикаций (COPE).

Aims and Scope. Editorial Board Policy

In the scientific and technical journal “Vestnik MGSU” /Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering/ the scientific materials on construction science and architectural problems are published (construction in Russia and abroad; materials, equipment, technologies, methods; architecture: theory, history, design, restoration; urban planning).

The topic area corresponds to the approved Classification of Scientific Specialties:

from the branch Technical Sciences — Construction and Architecture (all the specialties), and in addition to construction and architecture:

Informatics, computer engineering and management (Systems of design automation in construction and architecture, Mathematical simulation, numerical methods and program systems);

Emergency management (Safety in case of emergencies (in the construction), Fire and industrial safety (in the construction));

Machine Engineering and Machine Science (Industrial management);

Economical sciences (Economy and management of the national economy (in the construction and architecture, including: economy, organization and management of enterprises, branches, complexes; innovation management; regional economy; logistics; labour economics; population economics and demography; environmental economics; business economics; marketing; management; price setting; economical safety; production quality standardization and management; land planning; recreation and tourism).

Analytical materials, scientific articles, surveys, reviews on scientific publications on fundamental and applied problems of construction and architecture are admitted to examination and publication in the main topic sections of the journal.

All the submitted materials undergo scientific reviewing (double blind) with participation of the editorial board and external experts — actively published competent authorities in the corresponding subject areas.

The review copies or substantiated refusals from publication are provided to the authors and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (upon request). The reviews are deposited in the editorial office for 5 years.

The editorial policy of the journal is based on the main provisions of the existing Russian Legislation concerning copyright, plagiarism and libel, and ethical principles approved by the international community of leading publishers of scientific periodicals and stated in the recommendations of the Committee on Publication Ethics (COPE).

НИУ МГСУ В МЕЖДУНАРОДНОМ ФОРМАТЕ



Современный университет сегодня — это центр образования и науки, активно развивающийся в мировом образовательном и научно-исследовательском пространстве. Международное сотрудничество является неотъемлемой частью деятельности любого университета. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет традиционно в течение многих десятков лет ведет и развивает различные направления в области международного сотрудничества.

Международная деятельность нашего университета началась в 1946 г., и с тех пор университет плодотворно сотрудничает с зарубежными партнерами. За это время было подготовлено более 3500 иностранных специалистов из 105 стран мира, более 300 кандидатов и докторов наук.

НИУ МГСУ имеет обширные связи с зарубежными вузами, научными институтами, строительными компаниями как ближнего, так и дальнего зарубежья, активно взаимодействует с 93 зарубежными вузами из 32 стран мира.

Сегодня перед НИУ МГСУ, как и перед всеми современными университетами, поставлены новые задачи в области международной деятельности. Основные из них:

вхождение в число международных лидеров в исследованиях и разработках по ряду перспективных направлений строительства;

открытие и вывод на международный уровень качества содержания исследований и разработок, публикации результатов научных исследований в международных рецензируемых журналах;

достижение международного уровня качества по всем образовательным программам университета;

формирование уникального узнаваемого в мире бренда НИУ МГСУ, выход НИУ МГСУ на международный рынок образовательных и интеллектуальных услуг, превращение НИУ МГСУ в инструмент «притока мозгов» в российскую инженерную науку.

Оценка международной деятельности Университета осуществляется в основном на основе показателей мировых рейтинговых агентств.

НИУ МГСУ занимает сегодня 34 место в рейтинге университетов группы BRICS, высокие позиции в рейтинге QS EESA. Это означает, что такие немаловажные показатели, как академическая репутация, репутация среди работодателей, научное цитирование профессорско-преподавательского состава университета, соотношение численности ППС и студентов, а также количество иностранных студентов в университете, находятся на достаточно высоком уровне.

Большое внимание в НИУ МГСУ уделяется развитию международных образовательных программ, а также академической мобильности обучающихся и профессорско-преподавательского состава. Студенты имеют возможность выбрать для себя индивидуальную траекторию обучения не только в родном университете, но и использовать образовательные ресурсы университетов-партнеров в Германии, Финляндии, Польше и других странах, а профессорско-преподавательский состав — повысить квалификацию, провести научные исследования, воспользоваться научно-технической библиотекой. Активное участие университета в проектах TEMPUS, Erasmus+, DAAD способствует развитию и укреплению международных связей.

Немаловажным фактором развития международной деятельности является привлечение иностранных граждан для обучения, проведения научных исследований, преподавательской работы. Ежегодно в университет прибывают около 150 студентов, аспирантов, молодых ученых. В 2015 г. впервые в новом формате открылась летняя школа на английском языке для студентов из университетов других стран.

Международная научная деятельность университета связана с выполнением совместных научных исследований, научно-производственной деятельностью, и, конечно, неотъемлемой частью любого научного исследования — публикациями научных статей в международных изданиях.

Нельзя не отметить, что журнал «Вестник МГСУ» способствует развитию международной деятельности университета. Статьи, публикуемые в журнале, вызывают интерес как в российском, так и в зарубежном научном и образовательном сообществе. Публикации на английском языке способствуют расширению круга читателей, являются необходимым условием для выхода российской науки на современный международный уровень.

Желаю всем читателям новых научных открытий, расширения границ международного общения, а журналу — успеха и процветания в международном научном и образовательном пространстве!

Канд. техн. наук, профессор, советник РААСН,
проректор НИУ МГСУ

Е.С. Гогина

NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY MGSU IN THE INTERNATIONAL FORM

Modern university is today a center for education and science, which is actively developing in the world educational and scientific-research space. Active international cooperation is an essential part of the activity of any university. National Research University Moscow State University of Civil Engineering has been traditionally maintaining through years and developing active work in the field of international cooperation.

International activity of our university has begun in 1946 and since then the university has been effectively cooperating with foreign partners. During this period more than 3500 foreign specialists have been educated from 105 countries, more than 300 candidates and doctors of sciences.

National Research University MGSU has wide connections with foreign universities, scientific institutions, construction companies of neighbouring countries and beyond, is actively cooperating with 93 foreign universities from 32 countries of the world.

Today our university and all the modern universities face new tasks in the field of international activity. Here are the main tasks:

joining the number of international leaders in investigations and developments in a number of promising directions in the construction;

discovery and bringing to the international level of the composition quality of investigations and developments, publication of the results of scientific investigations in international reviewed journals;

achievement of the international quality level on all the educational programs of the university;

formation of the unique world-recognizable brand of MGSU, entering a world market of educational and intellectual services, turning into an instrument of brain gain into Russian engineering science.

The international activity of the university is estimated basing on the indicators of world rating agencies.

MGSU is now on the 34th place in the rating of the universities of the group BRICS, the high positions in the rating QS EECA. This means that such important indicators as academic reputation, reputation among employers, science citation of the academic staff of the university, correspondence of the number of academic staff and students and the number of foreign students in the university are on rather high level.

MGSU pays great attention to the development of international educational programs and to academic mobility of the students and academic staff. The students have opportunity to choose their own trajectory of education not only in their university, but to use also educational resources of the universities-partners in Germany, Finland, Poland and other countries, and the academic staff have the possibility to upgrade their skills, carry out scientific investigations, use science and technical library. Active participation of the university in the projects TEMPUS, Erasmus+, DAAD contributes to the development and strengthening of the international relations.

There is another important factor of international activity development – involvement of foreign citizens into education, scientific investigations, teaching work. Yearly about 150 students, postgraduate students and young scientists come to the university. In 2015 a summer school first opened in a new form in English for the students from the universities of other countries.

The international scientific activity of the university is related to joint scientific investigations, scientific and production activity, and, of course, the integral part of any scientific investigation — publication of scientific articles in international editions.

We should also note that the journal “Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering” contributes to the development of international activity of the university. The articles published in the journal attract interest both in Russian and foreign scientific and educational community. Publications in English contribute to enlarging the audience, are the necessary condition for international recognition.

I wish all the readers new scientific discoveries, widening the limits of international communication, and I wish the journal success and prosperity in the international scientific and educational space!

Professor, Candidate of Technical Sciences,
counsellor of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences,
Prorector MGSU,

E.S. Gogina

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ

УДК 725

А.А. Плотников

НИУ МГСУ

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ СТЕКЛЯННЫХ ЗДАНИЙ

Сформулированы базовые теоретические принципы и инженерные идеи, реализуемые в строительстве стеклянных зданий на современном этапе. Рассмотрена с позиций философии общеевропейская концепция здания нового типа — зеленого здания.

Ключевые слова: зеленое здание, наружная оболочка, светопрозрачные конструкции, экология, энергоэффективность, вакуумные стеклопакеты, светопрозрачные фасады, солнцезащита

Несмотря на динамичное развитие технологий и многочисленные исследовательские проекты, среди европейской научной общественности, архитекторов и строительных инженеров до сих пор не существует единого мнения по поводу того, каким должно быть стеклянное здание — здание будущего. Скорее мы можем наблюдать разнообразие теорий и мнений, часто противоречивых, вращающихся вокруг двух основных смысловых направлений, приоритетных для современного строительства и архитектуры европейских стран.

Мистическая идея Л. Мис ван дер Роэ [1], выражающая единение человека с природой, формирует основу современной концепции экологичного здания нового типа, часто обозначаемую словосочетанием Green House (от англ. — зеленый дом). Наряду с этим, современное европейское сообщество всерьез обеспокоено растущими выбросами в атмосферу углекислого газа (CO_2) — продукта сжигания топлива, расходуемого на отопление зданий. По мнению исследователей, это является основной причиной глобального потепления климата, сопровождающегося природными катастрофами, доля которых за последние десятилетия резко возросла на европейской территории. Это порождает второй базовый постулат строительной науки, связанный с разработками в области снижения общего потребления энергии зданиями, а также поисков возможного использования альтернативных энергетических ресурсов — солнца, ветра и геотермальных источников.

В известном смысле мы можем говорить о формировании некоторого нового мировоззрения в архитектуре, сочетающего в себе два противоречивых и, возможно, взаимоисключающих фактора. С одной стороны, единство с природой и улавливание зданием солнечной энергии может быть обеспечено только при наличии в здании большого количества панорамного и кровельного остекления. С другой, наличие большого количества остекленных поверхностей

в наружной оболочке порождает огромный комплекс технических проблем, оптимальное решение которых на современном этапе пока не найдено. Тем не менее современная европейская практика представляет собой последовательно развивающийся процесс, направленный на поиск компромисса, выражающегося в некоторой принципиально иной рационалистической философии стеклянного здания.

Так, в частности, профессор Университета эксплуатации зданий и энергетического проектирования г. Брауншвейга (Германия) д-р М. Норберт Фисч отмечает:

«Можно, конечно, запроектировать любое здание, даже нелепое, с полностью стеклянной наружной оболочкой и сверхдорогой системой обслуживания — современные достижения в инженерных методиках и уровень развития производственных технологий позволяют архитекторам и инвесторам осуществлять это неограниченно по всему земному шару. Возможно, эти импозантные проекты необходимы для демонстрации технических возможностей (аналогично Формуле-1 в автомобилестроении), однако с точки зрения энергоэффективности и экологии они совершенно бессмысленны... Приоритетом сегодняшнего дня является проектирование энергоэффективных зданий с высоким уровнем эксплуатационного комфорта и нанесением минимального вреда окружающей среде» [2].

Немецкий архитектор Штефан Бениш формулирует свое видение здания нового типа следующим образом:

«При проектировании жилого здания, прежде всего, необходимо думать о летнем охлаждении, а не об отоплении в зимний период. Очевидно, что по сравнению с обеспечением зимнего теплового режима, это на порядок более сложная задача. Поскольку мы больше не можем позволить себе в качестве генеральной концепции искусственное кондиционирование, необходимо найти какое-то иное удовлетворительное решение... В общем смысле мы должны думать о здании, обладающем изменяемыми свойствами, применительно ко времени года» [2].

Возрастающие требования к теплозащитным качествам светопрозрачных конструкций заставляют задуматься о необходимости качественного скачка как в технологиях, так и в принципиальных подходах к разработке архитектурно-конструктивных решений светопрозрачных оболочек. Так, если до 2008 г. в Германии требуемое приведенное сопротивление теплопередаче окон составляло порядка $R = 0,66...0,71 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$, то к 2012 г. требования нормативов достигли $R = 1,00...1,25 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$ [3].

Наряду с особенностями экономики, динамика роста теплозащитных показателей отражает тенденции к достижению предела возможностей массовых стеклопакетов [4—7]. В европейской строительной практике решение указанной проблемы в основном развивается в области разработки вакуумных стеклопакетов (рис. 1) [8], а также разнообразных концептуальных решений систем светопрозрачных двойных фасадов.

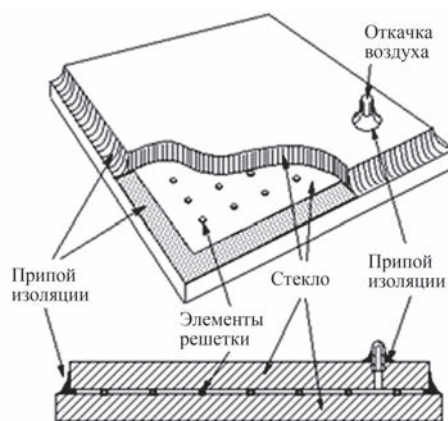


Рис. 1. Конструкция вакуумного стеклопакета [8]

Конструктивно вакуумные стеклопакеты [9] представляют собой изделие из двух стекол с промежутком между ними до миллиметра. Для обеспечения герметичности они спаяны по краям. Из камеры между стеклами откачивается воздух, что приводит к образованию вакуума. От схлопывания такой стеклопакет предохраняют распорки между стеклами (пиллары), выполненные из стеклокерамики и расположенные по сетке с шагом порядка 20...40 мм.

Преимуществом вакуумных стеклопакетов является высокое приведенное сопротивление теплопередаче $R = 1,25 \dots 1,50 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$ и, что очень важно для проектировщиков, отсутствие проблемы климатических нагрузок, которые приводят не только к искажающей кривизне фасадов, но и к нарушению герметизации и разрушению обычных стеклопакетов.

Основной идеей двойного фасада [10] является создание некоторой дополнительной буферной зоны между основной светопрозрачной оболочкой здания, обеспечивающей основные теплозащитные функции, и наружной средой. Технически это осуществляется за счет внешнего светопрозрачного экрана «в одно стекло». Это решение позволяет в значительной степени повысить такие показатели наружной светопрозрачной оболочки, как надежность, ремонтно-пригодность и долговечность (рис. 2) [11].

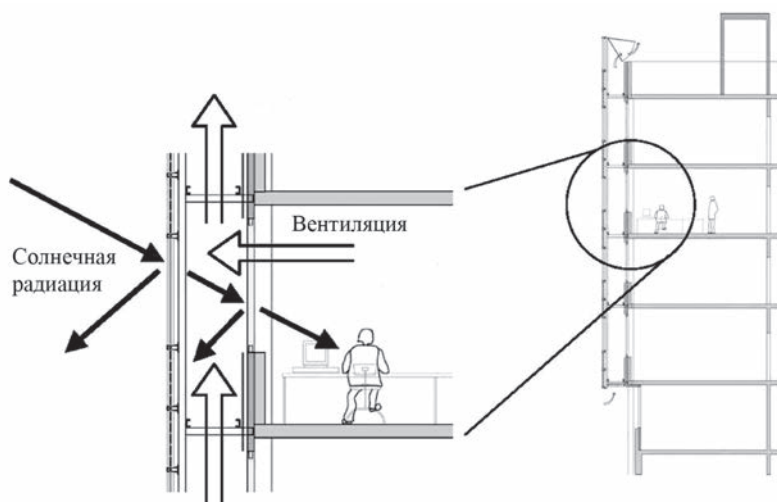


Рис. 2. Общая концепция двойного стеклянного фасада — создание буферной зоны между основной светопрозрачной оболочкой здания и наружной средой [11]

Перераспределение функций между наружным защитным экраном в одно стекло и основным функциональным контуром остекления из стеклопакетов, значительно разгружает стеклопакет — полностью снимает с наружного стекла пакета нагрузку от ветра (в светопрозрачных кровлях — от снега), стабилизирует и снижает циклические знакопеременные напряжения в наружном стекле и краевой зоне, вызываемые климатическими нагрузками [12].

Помимо очевидных конструктивных преимуществ, двойной фасад, несомненно, расширяет и рамки архитектурного творчества, позволяя снять зрительные ограничения в пропорциональном соотношении стекла и непрозрачных частей, решить проблему искажающей кривизны фасадов, создать новый стиль для реконструируемых зданий.

Разработки в области двойных фасадов, приоритетно характерные для стран Северной Европы, тесно увязаны с противоречивой и много обсуждаемой проблемой, связанной с солнечной энергией.

Проблема перегрева остекленных помещений не может быть решена в рамках конструктивных возможностей остекления. Закономерности передачи различных видов излучения через светопрозрачные конструкции в сочетании с непредсказуемостью и высокой уязвимостью стеклянных пластин под действием температурных напряжений, ограничивают возможности солнцезащитных стекол как средства защиты помещений от избыточного теплового воздействия солнечной радиации.

Как показывают результаты исследований, наибольший эффект обеспечивают системы наружной солнцезащиты, как правило, сочетаемые с разнообразными режимами управляемого интенсивного охлаждения здания за счет вентиляции (рис. 3) [13]. Немаловажным аргументом в пользу наружной светопрозрачной оболочки является создание более мягкого и стабильного эксплуатационного режима стеклопакетов за счет снижения и выравнивания напряжений, вызванных перегревом.

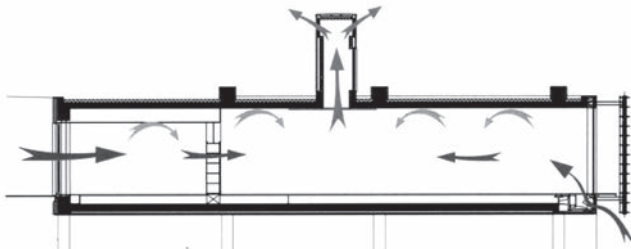


Рис. 3. Концепция охлаждения внутреннего пространства здания в летнее время за счет комбинированной системы приточной вентиляции и наружной солнцезащиты [13]

В наиболее распространенном случае подача приточного наружного воздуха в здание со стеклянными фасадами осуществляется через открывающиеся окна или приточные клапаны, располагаемые в плоскости остекления, чаще всего на северном фасаде (рис. 4). Вентиляционные окна или клапаны южного фасада располагаются, как правило, за экраном наружной солнцезащиты. Создается эффект сквозного проветривания здания. Аналогичный эффект использовался в СССР при проектировании зданий для крайних южных районов (Ташкент, Ашхабад и др.).

Наряду с высокой эффективностью и разнообразием архитектурных возможностей для систем наружной солнцезащиты характерна и проблема загрязнения и запыления конструкций, а также уязвимость при действии ветра. Эта проблема эффективно решается в системах двойных фасадов при расположении



Рис. 4. Дополнительная наружная солнцезащита в комбинации с открывающимися окнами [14]

солнцезащитных систем в буферной зоне за наружным экраном, а также за счет использования мобильных автоматически управляемых конструкций, убирающихся при получении соответствующего сигнала с датчика ветра.

Использование управляющих устройств автоматики в стеклянных зданиях напрямую отвечает концептуальной философии здания с мобильно изменяемыми свойствами наружной оболочки. Яркое технологическое воплощение этой идеи, удачно сочетающее в себе оба базовых европейских постулата, а именно — энергоэффективность и зрительное единство с природой, представляет системная модель E^2 (Энергия² (Energy²) — сохранение энергии и генерирование энергии), концерна ШУКО — крупнейшего европейского производителя системных решений для светопрозрачных оболочек [15].

Основная функция генерирования энергии в концепции E^2 возложена на инновационные комбинированные фотогальванические модули, выполняемые на всю высоту этажа (рис. 5) и сочетающие в себе функции улавливания энергии и частичного затенения помещения (вместо штор). Солнечная энергия, улавливаемая этими элементами, трансформируется в поглощающий модуль для охлаждения воды, которая используется в системе кондиционирования здания.

Основная функция сохранения энергии в концепции E^2 возложена на систему вентиляции, осуществляемой по принципам, отличным от традиционных зданий. На смену традиционным системам централизованной вентиляции здания, требующим устройства подвесных потолков и промежуточных технических этажей, в концепции E^2 приходят компактные приточно-вытяжные приборы с электроприводами, располагаемые в уровне перекрытий вместе со сворачивающимися роллерами солнцезащиты и оснащенные устройствами рекуперации тепла.

Приведенный выше краткий анализ инновационных идей в области проектирования стеклянных зданий отражает наиболее приоритетные направления европейской инженерно-строительной науки в этой области. Наряду с общей тенденцией к созданию полностью автоматизированных комплексов, контролирующих параметры микроклимата и безопасности (возникновение пожара и задымление) и осуществляющих мобильное централизованное управление светопрозрачными конструкциями в так называемых системах интеллектуального здания, мы можем увидеть и определенные ярко выраженные тенденции в части непосредственного конструирования.



Рис. 5. Административное здание с вентиляционными клапанами и фотогальваническими модулями. Открывающиеся окна, расположенные за экраном наружной солнцезащиты

Наглядной иллюстрацией этого тезиса может послужить пример опытной реконструкции и мониторинга южного фасада здания общежития на территории Университета г. Тронхейма в Норвегии [16]. В рамках научного проекта, основной целью которого являлось исследование путей общего повышения энергоэффективности здания, южный фасад 5-этажного здания с традиционными окнами был облицован сплошным стеклянным экраном (рис. 6).



а

б

Рис. 6. Общий вид здания кампуса университета г. Тронхейма (Норвегия) до (*а*) и после (*б*) реконструкции [16]

При интенсивности и многочисленности европейских проектов и исследований в области формирования микроклимата подобных сооружений, адекватное решение проблемы перегрева помещений за остекленными ограждениями так и не найдено до сегодняшнего дня, а перед фактом непредсказуемого хрупкого разрушения строительного стекла человечество остается практически бессильным. Из этого логично вытекает ключевой принцип построения конструктивных схем стеклянных зданий, общепринятый сегодня на европейском континенте, — допустимость разрушения отдельного элемента светопрозрачной оболочки без нанесения вреда зданию как единой конструктивной системе и человеку, в нем находящемуся.

Таким образом, профессиональному строительному сообществу и представителям инвестиционной сферы сегодня необходимо думать, в частности, о таких принципиальных вещах как ограничение этажности стеклянных зданий, а также о всевозможных аспектах разумного использования стекла в архитектуре.

В качестве хорошей философской иллюстрации этих принципов, в значительной степени отражающей стремление человечества к зданию будущего, и современные европейские тенденции к сочетанию эстетики в архитектуре, эффективных конструкций и энергетики, может быть приведено описание Концепции здорового здания, разработанной крупным европейским производителем систем приточной вентиляции и солнцезащиты:

«Наше рационалистическое мышление хочет держать все под своим контролем и объяснять это формулами и вычислениями. Однако некоторые фундаментальные законы природы до сих пор так и не имеют объяснения. Комфорт нельзя выразить посредством цифр; точно также как нельзя определить математически ощущение свободы. Эта движущая сила, порождаемая природными явлениями, является чем-то находящимся вне нашего сознания... Поэтому самое лучшее описание Концепции Здорового

Здания выглядит следующим образом: "пребывание в здоровом здании аналогично нахождению под открытым небом в тени дерева; вся разница заключается только в невидимой прозрачной оболочке, которой ты отгорожен от всех негативных природных явлений"» [14].

Учитывая все вышеописанные инновационные тенденции, мы можем сформулировать основные теоретические принципы проектирования зданий со светопрозрачными наружными оболочками, отражающими технический уровень на современном этапе [12]:

возрастающие требования к теплозащитным качествам светопрозрачных конструкций. Решение указанной проблемы в основном развивается в области разработки вакуумных стеклопакетов, а также разнообразных концептуальных решений систем светопрозрачных двойных фасадов;

широкое применение системы наружной солнцезащиты, как правило, сочетаемое с разнообразными режимами управляемого интенсивного охлаждения здания за счет вентиляции;

использование управляющих устройств автоматики в стеклянных зданиях с мобильно изменяемыми свойствами наружной оболочки.

Библиографический список

1. *Maritz Vandenberg*. Farnsworth House (Architecture in Detail), Mies van der Rohe. Phaidon Press Inc., 2005. 60 p.
2. *Schossing E., Behnisch S. and Fisch N.* About energy and architecture // Profile — Architecture Magazine. Schueco International KG. 2007. No. 5. Pp. 11—13.
3. *Бениц-Вильденбург Ю.* Новейшие технологии теплоизоляции и вентиляции с помощью окон и фасадов // Окон. Двери. Витражи. 2008. Бизнес-выпуск. Режим доступа: http://okna.ua/library/art-novejshie_tehnologii_teploizoljicii_i_1. Дата обращения: 18.12.2013.
4. *Стратий П.В., Борискина И.В., Плотников А.А.* Климатическая нагрузка на стеклопакеты // Вестник МГСУ. 2011. № 2. Т. 2. С. 262—267.
5. *Плотников А.А., Стратий П.В.* Расчет климатической нагрузки на стеклопакет на примере г. Москвы // Научное обозрение. 2013. № 9. С. 190—194.
6. *Стратий П.В., Плотников А.А., Борискина И.В.* Исследование прогибов стекол пакета при действии атмосферной составляющей климатической нагрузки // Жилищное строительство. 2011. № 4. С. 33—36.
7. *Александров Ю.П., Гликин С.М., Дроздов В.А., Тарасов В.П.* Конструкции с применением стеклопакетов. М.: Стройиздат, 1978. 193 с.
8. Вакуумный стеклопакет: будущее пока туманно // Окон. Двери. Фасады. 21.04.2013. Режим доступа: http://odf.ru/stat_end.php?id=483. Дата обращения: 18.12.2013.
9. *Росса М.* Инновационное использование стекла : доклад на 2-м специализированном конгрессе «Окна — фасады — стекло», Москва, 2007. Режим доступа: http://cwe.ru/archive/detail.php?el=1039&phrase_id=439020. Дата обращения: 18.12.2013.
10. *Tenhunen O., Lintula K., Lhtinen T., Lehtovaara J., Viljanen M., Kesti J., Makelainen P.* Double skin facades — Structures and Building Physics // Conceptual Reference Database for Building Envelope Research. Режим доступа: <http://users.encs.concordia.ca/~raojw/crd/reference/reference001114.html>. Дата обращения: 18.12.2013.
11. *Basnet Arjun.* Architectural Integration of Photovoltaic and Solar Thermal Collector Systems into Buildings : Master's Thesis in Sustainable Architecture. Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture and Fine Arts. Trondheim. June 2012. 96 p. Режим доступа: <https://www.ntnu.no/wiki/download/attachments/48431699/Master-Basnet.pdf?version=1&modificationDate=1339765553000&api=v2>. Дата обращения: 18.12.2013.

12. Schittich C., Staib G., Balkow D., Schuler M., Sobek D. Glass Construction Manual. Birkhauser Basel, 1999. 328 p.

13. *Aschehoug Ø., Bell D.* BP SOLAR SKIN — A facade concept for a sustainable future // SINTEF Report. May 2003. Режим доступа: <http://www.sintef.no/upload/BP%20Solar%20Skin%20-%20Final%20Report.pdf>. Дата обращения: 18.12.2013.

14. RENSON. Reference book, 2nd ed. Waregem, Belgium, 2008. Режим доступа: <http://www.rensonuk.net/reference-books-referencebook-2008.html>. Дата обращения: 18.12.2013.

15. Innovations / Energy2 : Saving Energy — Generating Energy. Schüco International KG. 35 p. Режим доступа: <http://www.alukoenigstahl.com/AKS/UI/AKSImage.aspx?TabID=0&Alias=Stahl&Lang=hr-HR&Domain=hr&ec=1&imageID=53a7a6f9-54ee-4ac7-935d-96855e8a7546>. Дата обращения: 18.12.2013.

16. *Борискина И.В., Плотников А.А., Захаров А.В.* Проектирование современных оконных систем гражданских зданий. Киев : Изд. Домашевская О.А., 2005. 312 с.

Поступила в редакцию в январе 2015 г.

Об авторе: **Плотников Александр Александрович** — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий, **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, plaa@go.ru.

Для цитирования: *Плотников А.А.* Архитектурно-конструктивные принципы и инновации в строительстве стеклянных зданий // Вестник МГСУ. 2015. № 11. С. 7—15.

A.A. Plotnikov

ARCHITECTURAL AND ENGINEERING PRINCIPLES AND INNOVATIONS IN THE CONSTRUCTION OF GLASS-FACADE BUILDINGS

Though the technologies are dynamically developing and there are a lot of research projects, there is still no general opinion on a glass-facade building among the European scientific community, architects and construction engineers. The increasing requirements to heat-protective qualities of translucent structures make us think of the necessity of a quantum leap both in technologies and in principal approaches to the development of architectural and constructive solutions of translucent shells. Together with economical features, the dynamics of heat-protective indicators' increase show the tendencies to reaching the possibilities limits of mass glass units. The European construction practice usually solve this problem by developing sealed insulating glass units and by different conceptual solutions of the systems of translucent double facades.

In the given article the basic theoretical principles and innovative engineering ideas are formulated dealing with the modern glass-facade building construction. "Green Building" conception is analyzed as a European new building philosophy.

Key words: Green building, building envelope, translucent structures, ecology, energy efficiency, sealed insulating glass unit, curtain wall, sun protection

References

1. Maritz Vandenberg. Farnsworth House (Architecture in Detail), Mies van der Rohe. Phaidon Press Inc., 2005, 60 p.
2. Schossing E., Behnisch S., Fisch N. About Energy and Architecture. Profile — Architecture Magazine. Schueco International KG, 2007, no. 5, pp. 11—13.
3. Benits-Vil'denburg Yu. Noveyshie tekhnologii teploizolyatsii i ventilyatsii s pomoshch'yu okon i fasadov [New Heat Insulating and Ventilation Technologies with the Help of Windows