

ISSN 1997-0935

научно-технический журнал

ВЕСТНИК



МГСУ

2/2015



материалы оборудование технологии

СОДЕРЖАНИЕ

Сенин Н.И. Магистратура и специалитет как база для подготовки научных кадров 5

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ

Чернышев С.Н., Елманова Е.Л. Фактор отсутствия древесины в формировании стиля мусульманской архитектуры 7

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Василькин А.А., Щербина С.В. Построение системы автоматизированного проектирования при оптимизации стальных стропильных ферм 21

Галкин А.В., Сысоев А.С., Сотникова И.В. Задача устойчивости сжато-изгибаемых стержней со ступенчатым изменением жесткости 38

Мойсейчик Е.А. Предотвращение хрупкого разрушения стальных конструкций регулированием локальных полей напряжений и деформаций 45

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Пастушков П.П., Гринфельд Г.И., Павленко Н.В., Беспалов А.Е., Коркина Е.В. Расчетное определение эксплуатационной влажности автоклавного газобетона в различных климатических зонах строительства 60

БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Вайсман Я.И., Пугин К.Г. Ретроспективный анализ и перспективы развития систем управления обращением с отходами производства 70

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

Учредители:
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО «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 № ФС77-47141 от 3 ноября 2011 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 (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 (МГСУ)

Редакционная коллегия:

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

А.И. Бурханов (ВолгГАСУ),

А.А. Волков (МГСУ),

О.Е. Горячева (отв. редактор, МГСУ),

О.В. Игнатьев (МГСУ),

Е.В. Королев (МГСУ),

О.И. Поддава (МГСУ),

А.П. Пустовгар (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 (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),

Н.П. Кошман (Ассоциация строителей России),

П. МакГи (Университет Восточного

Лондона, 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. Табунщиков (МАРХИ),

О.В. Токмаджян (ЕГУАС, 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. № 2

Научно-технический журнал

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

Редактор **В.Я. Пацля**

Корректор **А.А. Дядичева**

Верстка **А.Д. Федотов**

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

Библиограф **О.В. Берберова**

Подписано в печать 24.02.2015. Формат 70x108/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Гарнитура Таймс. Усл.-печ. л. 17,7. Уч.-изд. л. 15,8.

Тираж 200 экз. Заказ № 45.

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«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)

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2015

Корольченко Д.А., Шароварников А.Ф.

Физические параметры пены высокой кратности,
используемой при тушении пожаров в закрытых
помещениях 85

**Орлов Е.В., Комаров А.С., Мельников Ф.А.,
Серов А.Е.** Строительство водозаборных
сооружений из частично пересыхающих
водотоков 93

Самарин О.Д., Горюнов И.И., Тищенко И.И.
Влияние конструктивных характеристик
помещения на параметры регуляторов
автоматизированных климатических систем 101

Чертес К.Л., Тупицына О.В., Пыстин В.Н.
Геозологическая оценка накопителей шлама
водного хозяйства и разработка технологий
их ликвидации 110

ГИДРАВЛИКА. ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ. ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Косиченко Ю.М., Михайлов Е.Д. Оценка
надежности работы резервного водосброса
с размываемой вставкой 130

Саинов М.П., Федотов А.А. Анализ напряженно-
деформированного состояния комбинированной
плотины Нью-Эксчекваер при статических
нагрузках 141

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Алексеева Т.Р. Методика оценки эффективности
финансового лизинга как фактора
инновационного развития строительного
комплекса для предприятия-лизингополучателя
по сравнению с кредитом 153

Григорьев В.А., Олейник П.П. Методы
исследования параметров возведения жилых
зданий 168

Долженко Ю.А. Методические подходы
для оценки уровня инновационности
инвестиционно-строительных проектов 178

Киселева Е.А. Анализ существующей типологии
энергосберегающих мероприятий в процессе
реализации строительного проекта
и эксплуатации объекта недвижимости 187

Авторам 196

CONTENT

Senin N.I. Masters and specialist program for scientific staff education..... 5

ARCHITECTURE AND URBAN DEVELOPMENT.
RESTRUCTURING AND RESTORATION

Chernyshev S.N., Elmanova E.L. The fact of the lack of wood in the formation of muslim architecture style.... 7

DESIGNING AND DETAILING
OF BUILDING SYSTEMS. MECHANICS
IN CIVIL ENGINEERING

Vasil'kin A.A., Shcherbina S.V. Development of a computer-aided design system for optimization of steel trusses..... 21

Galkin A.V., Sysoev A.S., Sotnikova I.V. The resistance problem of compressed-bent shanks with step inflexibility change..... 38

Moyseychik E.A. Prevention of brittle fracture of steel structures by controlling the local stress and strain fields 45

RESEARCH OF BUILDING MATERIALS

Pastushkov P.P., Grinfel'd G.I., Pavlenko N.V., Bepalov A.E., Korkina E.V. Settlement determination of operating moisture of autoclaved aerated concrete in different climatic zones..... 60

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

Vaysman Ya.I., Pugin K.G. Retrospective analysis and development prospects for the industrial waste management control systems 70

Korolchenko D.A., Sharovarnikov A.F. Physical parameters of high expansion foam used for fire suppression in the enclosed space 85

Orlov E.V., Komarov A.S., Mel'nikov F.A., Serov A.E. Construction of water intake facilities from partially drying up watercourses 93

Samarin O.D., Goryunov I.I., Tishchenkova I.I. Influence of constructive characteristics of a room on the parameters of regulators of automated climatic systems..... 101

Chertes K.L., Tupitsyna O.V., Pystin V.N. Geoecological evaluation of water industry sludge ponds and developing the techniques of their disposal..... 110

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 (MGSU, 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),
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 East London, 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. Pupryev (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 (Yerevan State University of Architecture and Construction, 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 (Wroclaw 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**
Editor **V.Ya. Patsiya**
Corrector **A.A. Dyadicheva**
Layout **A.D. Fedotov**
Russian-English translation **O.V. Ivanova**
Bibliographer **O.V. Berberova**

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

ARCHITECTURE AND URBAN DEVELOPMENT.
RESTRUCTURING AND RESTORATION

<i>Kosichenko Yu.M., Mikhaylov E.D.</i> Reliability assessment of reserved water disposal with erodible fuse plug.....	130
<i>Sainov M.P., Fedotov A.A.</i> Analysis of the stress-strain state of New Exchequer combined damat static loads.....	141

ARCHITECTURE AND URBAN DEVELOPMENT.
RESTRUCTURING AND RESTORATION

<i>Alekseeva T.R.</i> Efficiency assessment method of financial leasing as a factor of innovative development of a construction complex for a lessee in comparison with a credit	153
<i>Grigor'ev V.A., Oleynik P.P.</i> Research methods of the parameters of residential buildings construction.....	168
<i>Dolzhenko Yu.A.</i> Methodological approaches to assessing the innovativeness level of investment and construction projects	178
<i>Kiselyeva E.A.</i> The analysis of the existing typology of energy saving measures in the course of construction project implementation and real estate object operation	187
<i>For authors</i>	196

МАГИСТРАТУРА И СПЕЦИАЛИТЕТ КАК БАЗА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ КАДРОВ



Переход на уровневую систему высшего образования в нашей стране: бакалавриат — магистратура, специалитет — аспирантура — заставил нас озаботиться сохранением подготовки инженеров-исследователей и инженеров-проектировщиков, которых мы готовили при прежней схеме в группах «Теория сооружений» (ТС) и «Конструкции промышленного и гражданского строительства» (КПГС).

С этой целью в строительных вузах открыли новую специальность «Строительство уникальных зданий и сооружений» с непрерывным сроком обучения 6 лет. При разработке учебного плана по данной специальности в МГСУ использовали богатый опыт по подготовке высококлассных специалистов в группах ТС и КПГС. В основу закладывались те дисциплины, которые при полном их освоении позволяли выпускникам групп ТС успешно поступать в аспирантуру и заниматься научно-исследовательской работой, защищая кандидатские и докторские диссертации, а выпускникам групп КПГС успешно работать в проектных организациях, занимаясь расчетами и конструированием сложных объектов строительства.

Подготовка магистров через бакалавриат, несомненно, имеет свои преимущества, связанные с возможностью более оперативного и гибкого реагирования на потребности строительной отрасли, максимальное использование научно-педагогического потенциала университета, стимулирование творческой, научной и научно-методической деятельности. В государственном образовательном стандарте заложены два направления подготовки магистерской диссертации: прикладное направление, отвечающее современным потребностям практической деятельности строительной отрасли, и научно-исследовательское направление с возможным проведением экспериментов, имеющее дальнейшее развитие в подготовке кандидатской и докторской диссертаций.

Однако в подготовке магистров через бакалавриат имеется и один существенный недостаток. На уровне бакалавриата со сроком обучения 4 года невозможно заложить основательную фундаментальную базу, подобную той, которая предусмотрена у специалистов. А за два года в магистратуре можно только усилить подготовку в узком направлении по выбранной тематике будущей магистерской диссертации.

Поэтому при равной, казалось бы, продолжительности обучения в специалитете (6 лет) и бакалавриате — магистратуре ($4 + 2 = 6$ лет) фундаментальная подготовка специалистов будет существенно выше, чем у магистров.

Я уверен, что многие из выпускников групп ТС и КПГС специалитета в дальнейшем станут авторами замечательных научно-технических публикаций, в т.ч. и в журнале «Вестник МГСУ».

С наилучшими пожеланиями,
директор Института
строительства и архитектуры
ФГБОУ ВПО «МГСУ»

Н.И. Сенин

MASTERS AND SPECIALIST PROGRAM FOR SCIENTIFIC STAFF EDUCATION

The transition to the level higher education system in our country: Bachelor — Master, Specialist — Postgraduate program — made us anxious about education preservation of engineers-researchers and engineers-designers. In frames of our previous scheme we educated them in the groups “Theory of Structures” (TS) and “Structures of Industrial and Civil Engineering” (SICE).

With this aim the construction universities started a new speciality “Construction of Unique Buildings and Structures” with a continuous education term of 6 years. In the process of developing curriculum for this speciality MGSU was basing on the rich experience of top-ranked specialists training in the TS and SICE groups. In the basis lie the disciplines, which in case of their full mastering allowed the graduates of TS entering postgraduate studies and doing research work, defending Candidate and Doctoral Theses, and allowed the graduates of SICE working in design organizations, calculating and designing complicated construction objects.

Master training in the bachelor program obviously has its advantages such as the possibility to promptly and flexibly react on the requirements of the construction branch, maximal use of academic potential of the university, inspiring artistic, scientific and methodological activity. Two directions of Master theses preparation are lying in the basis of the State Educational Standard: the applied direction corresponding to the modern demands of practical activity in the construction industry and scientific and research direction with possible experiments, which can be further developed in Candidate and Doctoral theses.

Though training specialists in bachelor program also has one great disadvantage. It is impossible to lay a fundamental basis on 4-year bachelor level, similar to the one supposed for the specialists. And two years of master program can only intensify the training in a specified chosen field of the future Master Theses.

That’s why in spite of seemingly equal term of education in specialist program (6 years) and bachelor — master program ($4 + 2 = 6$ years), the fundamental qualification of specialists will be higher, than the one of the masters.

I am sure, that many of the graduates of TS and SICE will further become the authors of outstanding scientific and technical publications, including in the journal “Vestnik MGSU”.

With best regards,
 Director of the Institute
 of Construction and Architecture
 MGSU

N.I. Senin

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ

УДК 72.033.3

С.Н. Чернышев, Е.Л. Елманова*

ФГБОУ ВПО «МГСУ»,

*ООО «Строительно-

реставрационная компания

"Практика"»

ФАКТОР ОТСУТСТВИЯ ДРЕВЕСИНЫ В ФОРМИРОВАНИИ СТИЛЯ МУСУЛЬМАНСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Описаны геоэкологические факторы, обуславливающие выбор конструкций, приемов и материалов для строительства и тем создающие особенности архитектурного стиля. Рассмотрен один из факторов — дефицит древесины. Не имея возможности широко применять древесину в качестве строительного материала и топлива, зодчие нашли приемы возведения сооружений из необожженного кирпича, перекрытия общественных зданий куполами, сводами без кружал. Формы, созданные с минимальным использованием дерева, стали основными особенностями стиля мусульманской архитектуры.

Ключевые слова: геоэкология, мусульманская архитектура, строительные конструкции, саман, древесина, строительные леса, кружала.

Культура и строительное мастерство народов разных стран формировались и развивались под действием климатических и других природных условий. Национальные черты архитектуры всех народов связаны с особенностями природно-климатических условий их территории: географическое положение (климат, рельеф, ма-

S.N. Chernyshev, E.L. Elmanova*

MGSU, *Construction
and Restoration Company
«PRACTICA»

THE FACT OF THE LACK OF WOOD IN THE FORMA- TION OF MUSLIM ARCHITECTURE STYLE

The article includes an analysis of the influence of the natural conditions of the region on the structural and stylistic features of Arab architecture. National architecture depends on the features of natural-climatic conditions of the region: geographical location (the climate, terrain, building materials), seismic activity, geological structure.

The Muslim architecture was influenced by: high seismic activity; the lack of wood; dry and hot climate; high temperature drops in the daytime and at night. These are the peculiarities of Asia.

The Arab countries are located in several climatic zones: in subtropical, the Northern tropical and subequatorial zones. The climate here is hot and arid. Forests grow only on some slopes. A significant part of Africa and Arabia is situated in the area of the desert. In Syria forests are found only on the Eastern slopes of the mountains. There are stunted coniferous and deciduous trees. These trees are thin, low and unsuitable for construction purposes. In Iran forests grow on the Northern slopes of the Mount Elbrus, at the altitudes of up to 2500 m, and on the coast of the Caspian Sea.

The Central Iranian plateau has almost no vegetation.

There is very little rainfall (100...250 mm per year). The air cools down quickly at night. There are also large diurnal and seasonal temperature changes. Rock formation is weathered therefore the sandy-clay deposits are formed.

They are suitable for making bricks.

териалы для строительства), сейсмическая активность региона, геологическое строение оснований.

Строительные приемы, конструкции, материалы становятся результатом творческой деятельности человека по освоению природного пространства и развиваются в неразрывной связи с ним.

В каждом народе веками накапливался опыт созидательного труда. Он выражен в архитектурных постройках. Например, на Руси основным строительным материалом была древесина, а основанием — дисперсные грунты. Несущая способность таких грунтов недостаточна для тяжелых каменных зданий. Искусство строительства зависело от знания материала (древесины) и умения применять его в условиях холодного и влажного климата. В архитектуре эти знания выражались в определенных, характерных для деревянного русского зодчества формах. Так национальный архитектурный стиль несет в себе формы, продиктованные природной средой той земли, на которой он «вырос».

В современных научных работах о мусульманской архитектуре ее формы считаются производными от законов шариата, общественного устройства и требований ислама [1—5]. Сложные элементы конструкций и интерьеров мечетей выполняются в современных материалах и по современным технологиям, но копируют формы исторических зданий [1, 2]. Поэтому актуально открыть законы происхождения форм, чтобы современное творчество не было слепым копированием, а опиралось на знание. Однако отметим, что в отдельных статьях о традиционной архитектуре, например Кувейта [5] и Бангладеш [7], упоминается, что стиль местной

The clay in the form of bricks was used as a building material. The unfired adobe was used too. It worked rather well in dry climatic conditions. The widespread use of the adobe influenced the color of the buildings — they were the color of soil.

The wood as a construction material was scarce, so in large spans domes were built. Vaults and arches were built without the use of scaffolding and cradling. This influenced their shape. Wood is only used for architectural elements of palaces (rare wooden tall columns, ceilings and window grates made of wooden elements) and for construction of ceiling of traditional houses. Thin and uneven beams were unsuitable for the interior of the palaces.

Key words: geoecology, Muslim architecture, building structures, adobe, wood, scaffolds, centrings.

Culture and building mastery of different Nations were formed and developed under the influence of climatic and other natural conditions.

National architecture depends on the features of natural-climatic conditions of the region: geographical location (the climate, terrain, building materials), seismic activity, geological structure.

Construction techniques, designs, materials are the result of creative activity of a human in the process of natural space development and should be developed in close connection with a human.

In every nation the experience of creative work have accumulated throughout the centuries. It is expressed in architectural constructions. For example, in Russia the main building material was wood, and the base was dispersive soils. The load-carrying capacity of such soils is inadequate for heavy stone buildings. The whole construction art depended on the knowledge of the material (wood) and the ability to apply it in cold climates. In architecture this knowledge was expressed in certain characteristic forms in wooden Russian architecture. National

архитектуры связан с особенностями местных строительных материалов и климата. На наш взгляд, большинство основных особенностей мусульманской архитектуры продиктовано геоэкологическими факторами региона, в котором создавался стиль, но нельзя полностью отрицать значение социальных и религиозных факторов.

На формирование стиля мусульманской архитектуры влияли следующие геоэкологические факторы:

- повышенная сейсмическая активность региона;

- сухой и жаркий климат;

- большие перепады температур в дневное и ночное время суток;

- недостаток древесины как строительного материала, а также в качестве топлива;

- широкое распространение песчано-глинистых грунтов пригодных для изготовления кирпича.

В данной статье мы покажем, как дефицит дерева влиял на создание типичных форм мусульманской архитектуры.

Страны Азии и Магриба [8], бывший Арабский халифат, Иран, Афганистан, Таджикистан, Узбекистан расположены в схожих климатических поясах. В субтропическом, так называемом северном тропическом (в Африке — Сахара, в Азии — Аравия, юг Иранского нагорья) и субэкваториальном (юг Аравийского п-ова) поясах. На значительной территории регионов господствует область высокого давления, поэтому здесь выпадает очень мало осадков (от 100...250 мм в год). Отсутствие облаков на небе приводит к формированию ясных и холодных ночей (облака могли бы задержать тепло, идущее от Земли). Резкие суточные и сезонные перепады температур способствуют

architectural style carries the forms dictated by the natural environment of the land, on which it grew up.

In modern scientific works on Muslim architecture its forms are supposed to be derivative sometimes from Shariat laws, social structure and Islamic rules [1—5]. Complicated construction and interior elements of mosques are produced using modern materials and modern technologies, but copy the forms of the historical buildings [1, 2]. That's why it is of current interest to learn the origin laws for forms, so that the modern art would not be simple copying, but would be based on knowledge. Though we should point out, that in some certain articles on the traditional architecture, for example, of Kuwait [5] and Bangladesh [7], it is mentioned, that the local architecture style is connected to the features of local construction materials and climate. We believe that the great majority of the main features of Muslim architecture are influenced by geoeological factors of the region, in which the style was created, but we can't absolutely deny the importance of social and religious factors.

The Muslim architecture was influenced by:

- high seismic activity;

- dry and hot climate;

- high temperature drops in the daytime and at night;

- the lack of wood as a building material and as fuel;

- widespread occurrence of sand-clay soils good for producing bricks.

In the given article we will show the influence of the lack of wood on the creation of typically Muslim architecture forms.

Asia and the Maghreb, the former Arab Caliphate, are located in analogous climatic zones. In subtropical, the so-called Northern tropical (in Africa — The Sahara, in Asia — the Arabian Des-

выветриванию горных пород и образованию песчано-глинистых отложений, пригодных для приготовления кирпича.

Из-за недостаточных осадков леса произрастают лишь на некоторых склонах гор. В Африке и Аравии преобладают пустыни. Встречающиеся здесь пальмы имеют небольшую прочность. В Сирии леса находятся только на восточных склонах гор, и в основном — низкорослые хвойные и лиственные породы. На западных склонах произрастают вечнозеленый дуб, лавр, мирт, олеандр, магнолия, фикус, кипарис, аллепская сосна и ливанский кедр [9]. Деревья на подавляющей части территории не достигают ни значительной толщины, ни значительной высоты, необходимых для перекрытия жилого пространства. В Иране леса богаче, но произрастают лишь на северных склонах Эльбурса, на высоте до 2500 м, и на побережье Каспийского моря. Это широколиственные леса (дуб, клен, бук) на склонах и субтропические леса на побережье. На склонах невысоких гор преобладает степная и пустынная растительность. На центральном Иранском плато и на юге страны растительности практически нет. Дефицит зелени стали восполнять посадками. В городах Ирана парки стали признаком богатства и величия, требовали сложных гидротехнических сооружений и создавались как произведения искусства. «Персы стали экспертами в создании садов, разработали свой особый, неповторимый стиль в проектировании садово-паркового пространства» [10]. Также небольшое разнообразие растительных форм повлияло на широкое распространение геометрических орнаментов в мусульманской архитектуре [11], чтобы

ert, the South of the Plateau of Iran) and subequatorial zone (the South of Arab Peninsula). On large areas of these regions the area of high pressure dominates, so there is very little rainfall (from 100 to 250 mm per year). No clouds in the sky lead to the formation of clear and cold nights (clouds could hold the heat coming from the Earth). Sharp diurnal and seasonal temperature variations contribute to the weathering of rocks and the formation of sand-clay deposits suitable for making bricks.

Due to insufficient rainfall forests grow only on some slopes. In Africa and Arabia deserts prevail. Palm trees have little tensile strength here. In Syria forests are found only on the Eastern slopes of the mountains, and they are mostly stunted coniferous and deciduous trees. On the Western slopes there grow: evergreen oak, Laurel, Myrtle, oleander, Magnolia, Fig, cypress, Alaska pine and cedar of Lebanon [9]. The trees do not attain a considerable thickness and height required for ceilings of residential space. In Iran forests are richer, but they grow only on the Northern slopes of Mount Elbrus, at the altitudes of up to 2500 m, and on the coast of the Caspian Sea. These are deciduous forests (oak, maple, beech) on the slopes and subtropical forests on the coast. On the slopes of low mountains steppe and desert vegetation prevails. There is almost none vegetation on the Central Iranian plateau. The lack of vegetation was made up by planting. In the cities of Iran the parks became an attribute of wealth and royalty, they required complicated hydraulic structures and were created as pieces of art. “Persians became experts in creation of gardens, developed their own unique style in the design of park and garden area” [10]. Also a little diversity of vegetation forms influenced the wide occurrence of

монотонности и асимметрии мертвой пустыни противопоставить симметрию и краски рукотворных созданий.

С древнейших времен в этих странах для крупнейших и малых построек использовали в качестве строительного материала глину, реже известняк и мрамор. Широко использовали саман — кирпич, не подвергавшийся обжигу, который хорошо работал в условиях дефицита осадков [12]. Иранский город Бам целиком был построен из самана. Обожженный кирпич применяли редко из-за отсутствия топлива. Широкое применение самана повлияло на облик мусульманской архитектуры, в первую очередь, на цвет зданий — цвет земли. Пониженная прочность необожженного кирпича требовала увеличения толщины стен в нижней части, это в свою очередь смещало центр тяжести здания вниз (рис. 1) и повышало сейсмостойкость сооружения [13].



Рис. 1. Крепость Арк в г. Бухара, Узбекистан

К примеру, на территории Ирака в г. Самарра сохранился минарет Малвия (IX в.), имеющий на всю высоту спиральный пандус по наружной стороне стены [14]. Таких минаретов в Передней Азии несколько. Также сохранились зиккураты, по которым создан известный образ Вавилонской башни. Их форма помимо ее устой-

geometrical ornaments in the Muslim architecture [11], in order to set symmetry and colors of man-made creatures against the monotony and asymmetry of the dead desert.

Since the ancient times in these countries for major and small buildings clay, more rarely limestone and marble were used as a building material. Adobe was widely used of — a brick not subjected to firing, which worked well in terms of precipitation deficit [12]. The Iranian city of Bam was entirely built of adobe. Burnt bricks were used rarely because of the lack of fuel. The widespread use of adobe influenced the shape of Muslim architecture, primarily on the color of the buildings — the color of the earth. Reduced strength of unfired bricks required increasing the thickness of the walls at the bottom, this in turn has shifted the centre of gravity of the building down (fig. 1) and increased the earthquake resistance of the buildings [13].

Fig. 1. The Ark fortress in the city of Bukhara, Uzbekistan

For example, in Iraq territory in Samarra city a minaret, the Malwiya Tower (19th c.) survived, which has a spiral ramp at the outer wall throughout its height [14]. There are few such minarets in the Western Asia. Also ziggurats survived, according to which the famous image of the tower of Babel was created. Their form was determined not only by

чивости была обусловлена отсутствием строительных лесов при возведении башни, камень или кирпич поднимали по мере возведения стен по образованному пандусу.

Дефицит древесины продиктовал специфическую форму перекрытий, почти полный отказ от плоских балочных перекрытий. Плоские перекрытия использовались только в малых жилищных и хозяйственных постройках небогатых горцев, которые применяли тонкоствольные и кривые малые деревья, растущие на склонах, да изредка в роскошных дворцах, где использовалась привозная древесина.

Для перекрытия пространства мечетей, дворцов и других помещений использовался обычно купол или группа куполов, опирающихся на стены и колонны. Купол обычно возвышенный и представляющий в своем профиле три рода линий, которые мы найдем и в арках: стрельчатые, подковообразные и килевидные [15]. Большие пролеты общественных зданий перекрываются куполами или сводчатыми конструкциями (крестовые своды встречаются редко). Это могут быть квадратные залы, перекрытые куполом, часто встречаются купола возвышенных очертаний, со сложной конструкцией, состоящие из отдельных сферических форм или сегментов; или многонефные мечети, перекрытые куполами малых пролетов на колоннах-пилонах или сводами, опирающимися на аркады (аркады одно- или двухъярусные) [16—22]. Купола применяются и в традиционном жилище людей среднего и малого достатка. Они возводятся с использованием глины и гибкого тростника.

Симметрия купола повлекла за собой центрально-симметричную форму плана подкупольного помещения. Чаще всего это был квадрат. Наиболее просто было накрыть куполом квадрат со стороной до 5 м [23]. Это удобный размер жилой комнаты, принятый во всем современном

its stability, but also by the absence of scaffolding during the construction: stone or brick was lifted with the help of the ramp.

The scarcity of wood has determined a specific form of the supporting structures of the ceiling, almost the absence of flat beam slabs. Flat slabs were used only in small, living and household buildings of not very rich hill people, who used thin trunk and writhen trees, which grew at slopes, and very rarely in magnificent palaces, where imported wood was used.

For covering of the space of mosques, palaces, and other buildings usually dome or group of domes supported by columns were used. The dome was usually elevated and represented three kinds of lines in its profile, which can be found also in the arches: Lancet, horseshoe-shaped and keeled [15]. Large spans of public buildings were overlapped by domed or vaulted structures (groin vaults are rare). It can be square halls, covered with a dome, lofty dome shapes are frequent, with a complex design consisting of a single spherical shapes or segments; or multinave mosques, covered by domes of small spans on the columns, pylons or vaults resting on the arcade (one- or two-tier arcades) [16—22]. Domes are used in traditional housing of the people with small or moderate means too. They are built using clay and flexible cane.

The symmetry of the dome resulted in central-symmetric form of underdome premise plan. In most cases it was a square. It was more easy to cover a square with a side not more than 5 m with a dome [23].

мире. Такова по площади клеть русской избы, прямоугольная, но обычно не квадратная. Примерно такова по площади круглая монгольская юрта. Такими по площади создавались и жилые квадратные помещения в мусульманских странах средневековья. Так строят там и сейчас.

Названные специфические формы куполов, сводов и арок продиктованы отсутствием древесины. Дефицит древесины заставил искать способы возведения перекрытия больших пролетов без использования опалубки и строительных лесов. Так появляется безопалубочный способ строительства куполов, арок, сводов.

Самый знаменитый памятник османской эпохи в Дамаске — мечеть Такия Сулеймания [24]. Ее зал перекрыт куполом, открытый портик с аркадами на колоннах, ведущий во двор, перекрыт тремя куполами. Как видно на рис. 2, двор окружают арочные галереи келий, перекрытых также куполами.



Рис. 2. Мечеть Такия Сулеймания в Дамаске. 1554 г. [20]



Fig. 2. Mosque Takiya Sulaymaniyah in Damascus. 1554 [20]

Из всех форм арок, показанных на рис. 3, из-за дефицита древесины чаще всего использовали виды *в*, *г* и *д*. Отсутствие материала для установки кружал привело к изобретению стрельчатых арок — одной из характерных особенностей мусульманской архитектуры. Арки стрельчатой формы (рис. 3, *г*) могли возводиться без

It is a convenient size of a living room, usual in the whole modern world. It is an area of a room of a Russian izba, which is usually not square, but orthogonal. It is approximately the area of a round Mongolian ger. Also it was the area of living apartment premises in Muslim countries of the Middle Ages. It is the way they build now.

The enumerated specific forms of the domes, vaults and arches are determined by the absence of wood. The scarcity of wood made people find ways of construction to cover long spans without the use of formwork and scaffolding. So there appears the method of constructing domes, arches, vaults without formwork.

The most famous monument of Ottoman epoch is the Damascus Mosque Takiya Sulaymaniyah [24]. Its hall is covered by a dome; an outdoor portico with arches on columns, which leads to the courtyard, is covered with three domes. As we can see on fig. 2, the courtyard is surrounded by arched galleries of cells also covered by domes.

Of all the forms of arches shown on fig. 3, due to the scarcity of wood the variants *в*, *г* and *д* were most commonly used. The absence of the material for installation of cradling led to the invention of lancet arches, one of the characteristic features of Islamic architecture. Arches of lancet shape (fig. 3, *г*) could be erected without the use of cra-

применения кружал, благодаря их подъемистой форме. В такой арке почти отсутствовал распор. Стрельчатая арка, вероятно, возводилась, подобно стрельчатым сводам, без опалубки (рис. 3, *з*). Для устройства свода первый ряд кирпичей выкладывали путем прикрепления к основной стене посредством раствора. Дальнейшая кладка производилась последовательно нависающими рядами. Профиль уменьшал распорные усилия в арке, что было особенно важно при бескружальной технике кладки и в условиях повышенной сейсмичности.

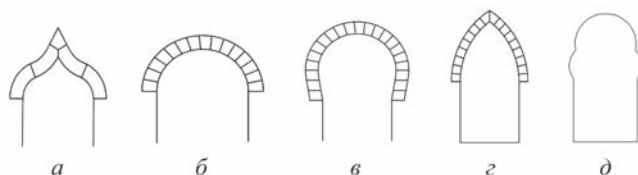


Рис. 3. Формы арок в мусульманской архитектуре: *a* — килевидная; *б* — полуциркулярная; *в* — подковообразная; *з* — стрельчатая; *д* — трехлопастная

Стрельчатая арка, широко распространенная в Иране, использовалась там с древности. Эту форму часто использовали при возведении каменной арки без применения кружал, ряды каменных блоков укладывались горизонтально (без распора).

Подковообразные арки (рис. 3, *в*) возводились с помощью кружал, опирающихся не на строительные леса, а на пяты арок, т.е. для возведения арки применялись кружала, но чтобы не возводить леса от пола под пяту арки, их опирали на стены в уровне пяты будущей арки (рис. 4, *а*). Это давало большую экономию дерева при устройстве кружал. Могли использовать для упоров тонкие, но прочные и не прямые стволы местных низкорослых пород и плодовых деревьев.

ding due to their extended upwards form (center of gravity of masonry does not go beyond its limits). There are no stretching power in these arches. Lancet arch was probably built like lancet vaults, without formwork (fig. 3, *z*). For vault construction the first row of bricks was laid by attaching to the main wall by means of a solution. The further clutches have been consistently produced in hanging rows. The profile reduced the spacer efforts in the arch, which was especially important in the method without formwork and in the conditions of high seismicity.

Fig. 3. The forms of arches in Muslim architecture: *a* — keeled; *б* — semicircular; *в* — U-shaped; *з* — lancet; *д* — three-flanged

Lancet arch is widely spread in Iran, it has been used there since the ancient times. This form was often used in the construction of a stone arch without the use of cradling, the rows of stone blocks were laid horizontally (without thrust).

U-shaped arches (fig. 3, *в*) were constructed using cradling, they were laid on abutments, but not on scaffolding. That means cradling was used, but in order not to erect scaffolding from the floor under the arch heel, they were leaned to the walls in the level of the heel of the future arch (fig. 4, *а*). This gave great savings of wood during the construction of falseworks. For the stops thin but strong and not straight trunks of local breeds and fruit trees could be used. It is possible that this