

УДК 72.01

Бабакова А.В. – студент

E-mail: ababakovaa@mail.ru

Денисенко Е.В. – кандидат архитектуры, ассистент

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Критерии формирования бионической архитектуры в XXI в.

Аннотация

В статье рассмотрены актуальные природные направления в архитектуре XXI века – органическая архитектура, биоморфизм, архитектурная бионика, био-тек, эко-архитектура; описаны их отличия и влияние на людей, природу и формирование пространств. На основе критериев бионической архитектуры рассматриваются экологические приемы формирования архитектурного пространства; предлагается их применение для создания гармоничного архитектурно-природного пространства. Применение критериев бионической архитектуры способствует построению модели взаимодействия природы, человека и архитектурной среды.

Ключевые слова: критерии бионической архитектуры, архитектурно-природное пространство, органическая архитектура, биоморфизм, архитектурная бионика, био-тек, эко-архитектура, эко-реурбанизация, экологизация пространства

Архитектура – пространственная «рама» всей нашей жизни, и потому, живя в архитектуре, мы не разглядываем ее. Кристофер Дэй [1].

Проблемы экологии – кризис глобального масштаба, в котором сопричастно всё человечество. Экологические тенденции демонстрируют необходимость формирования архитектурно-природного пространства. Современный подход к вопросу экологии способствует развитию исследований закономерности взаимодействия человека и окружающей среды. Важнейшее составляющее этой среды – архитектурное пространство [2]. Население, ресурсы и окружающая среда представляют собой основополагающие факторы, влияющие на формирование архитектурного пространства. Экологизация пространства [3] и эко-реурбанизация пространства [4] подтверждают тенденции природного внедрения и гармоничного взаимодействия природы и архитектуры. Экологизация пространства преследует цель создания здоровой среды для человека; архитектурные и градостроительные средства организации среды применяются для компенсации вредных воздействий окружения на человека [3]. Эко-реурбанизация определяется как комплекс стратегий и инструментов, внедряемых в архитектурное проектирование при преобразовании ранее урбанизированных пространств индустриального периода на основе экологического подхода, направленного на восстановление связей города с природой и переосмысление места и роли природы при организации архитектурного пространства [4].

Подходы к изучению взаимосвязей живой природы и архитектуры изменялись в соответствии с потребностями и переменами в стилевых направлениях архитектуры. Существует два основных направления в применении законов живой природы в архитектуре:

1. Творческое направление основывается на изучении принципов самоконструирования живых структур, установлении существенных связей между механическими и изолирующими способностями материала и формой, использовании этих принципов и законов в архитектуре с учетом функциональных потребностей методом отбора наиболее приемлемых тектонических форм природы [5].

2. Копирование внешних природных форм и природных конструкций, механическое перенесение их в архитектуру без учета функциональных требований, материальных затрат, не взирая на требования жизни и задачи искусства. Это направление претендует на миссию «революционизации застоявшихся эстетических вкусов»; применением

достигается одно из проявлений формализма в архитектуре – акцентирование внимания на решении конструкций, пренебрежением функциональными требованиями и экономической целесообразностью, что характерно при процессе освоения «органической техники» [6].

Современная архитектура формирует разнообразные подходы к решению вопросов экологии; формируется стилистика образов, архитектурных приемов, связанных с экологией в архитектуре. На основе анализа материала по истории архитектуры, систематизированы направления архитектуры, связанные с природой:

1. Органическая архитектура. Основоположник направления органической архитектуры – архитектор Луис Генри Салливен. Его идеи продолжил архитектор Фрэнк Ллойд Райт. Понятие органической архитектуры определяется признаками: здание, вписанное в природу, его внешний облик формируется внутренним содержанием; непрерывность архитектурного пространства, связь дома с ландшафтом, антропоцентризм, неуместность в избытке декоративных деталей в интерьере и экстерьере, использование строительных материалов, характерных местоположению объекта («Дом над водопадом», Ф.Л. Райт) [7].

2. Биоморфизм. Развитие науки, в частности ботаники, способствовало восприятию природного мира как источника вдохновения для архитекторов. На рубеже столетий (XIX-XX вв.) всеобщий интерес к ботанике выразался через биоморфические формы: извилистые узоры с завитками, удлинённые растительные формы и необычное «вплавление» натуралистических элементов друг в друга. Биоморфизм декоративен: копирует и зачастую искажает обнаруженные в мире природы формы [8].

3. Архитектурная бионика – направление, возникшее в середине XX в. (исследования Ю.С.Лебедева). Архитектурная бионика решает комплекс задач: эстетически выразительная архитектурная среда, основывающаяся на законах живой природы. Форма архитектурного объекта обусловлена применением строительных материалов, территорией и функцией. Архитектурная бионика основывается на аналогии архитектуры с живой природой, основное значение приобретают функционально-утилитарные связи [6].

4. Био-тек. Идеи био-тека предполагают не только косвенное, но и прямое использование форм и структур живой природы в архитектуре; формирование объекта как часть ландшафта (театр в Санта Крус де Тенерифе, С. Калатрава) [9]. Особенности био-тека – применение новейших технологий [10].

5. Эко-архитектура основывается на применении экологически чистых технологий и ресурсов, начиная с идеи, планирования, исполнения, последующего технического обслуживания и ремонта до этапа демонтажа. Природные ресурсы эффективно применяются для защиты здоровья жильцов дома, снижают воздействие отходов, деградации и загрязнения окружающей среды [11]. Эко-архитектура включает в себя понятие «энергоэффективное здание» – здание вырабатывает столько же (или больше) энергии, сколько оно потребляет [12].

На основе анализа архитектурно-природных проектов, составлена классификация критериев бионической архитектуры (табл.):

1. Декор – инструмент для отражения национальных особенностей; применяется в экстерьере и интерьере: 1.1. декорирование экстерьера (Мексиканский кит, Х. Сеносиаин, Мексика, 1992); 1.2. декорирование интерьера (Дом Акула, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 1990).

2. Конструкции – устройство и функциональные связи живого организма и природных аналогов переносятся в архитектуру: 2.1. тентовые конструкции (Ботанический сад «Эдем», Н. Гримшоу, Корнуолл, Великобритания, 2000); 2.2. элемент природы – стержень (Зеркальный куб, Tham&Videgard Architekt, Харадс, Швеция, 2010).

3. Ландшафт – основная структура, определяющая форму застройки; существующий ландшафт формирует уникальность архитектуры и помогает сформировать удобное и функциональное пространство: 3.1. горизонтальное повторение ландшафта (Центр Помпиду в Меце, С. Бан и Ф. Отто, Мец, Франция, 2010); 3.2. вертикальное повторение ландшафта (Эко-отель, Penda, Китай, проект); 3.3. слияние с ландшафтом (E'terra Samara, FPA, Онтарио, Канада, 2012); 3.4. отсутствие акцента на

ландшафт (Milwaukee art museum, С. Калатрава, Висконсин, США, 2001).

4. Форма – отражение концепции и идеи; трансляция смысла и философии природного мира: 4.1. природа – аналог формы (Наутилус, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 2007); 4.2. криволинейная форма (ТЦ Wooden Orchids, В. Каллебаут, Цзянси, Китай, 2015); 4.3. прямолинейная форма (Дом над водопадом, Ф.Л. Райт, Пенсильвания, США, 1935).

5. Функция (типология) – формирование комфортного пространства: 5.1. индивидуальный жилой дом (Trunk House, Paul Morgan Architects, Австралия); 5.2. многоквартирный жилой дом (Поворачивающееся туловище, С. Калатрава, Мальме, Швеция, 2005); 5.3. отель (Roost Treehouse, Antony Gibbon, 2013); 5.4. офисное здание (Многофункциональная башня, В. Каллебаут, Тайбэй, Тайвань, 2016); 5.5. общественное пространство (Метрополь Парасоль, Х.Ю. Майер, М.Р. Иглесиас и А. Сантер, Севилья, Испания, 2011); 5.6. культурный центр (Аудиторио-де-Тенерифе, С. Калатрава, Тенерифе, Испания, 2006); 5.7. административное здание (Многофункциональная башня, В. Каллебаут, Тайбэй, Тайвань, 2016); 5.8. павильоны (Железнодорожная станция Лион-Сэнт-Экзюпери, С. Калатрава, Франция, 1994); 5.9. эко-моноблоки (Fab Lab House, Instituto de arquitectura avanzada de Cataluna, Испания, 2010).

6. Материалы – отражение регионализма в архитектуре; экологический фактор, натуральные материалы, вторичное сырье: 6.1. деревянные фасады и конструкции (The mushroom house, Т. Браун, Цинциннати, Огайо, США, 2006); 6.2. керамика (Парк Гуэля, А. Гауди, Барселона, Испания, 1914); 6.3. бетонные фасады или конструкции (Город искусств и наук, С. Калатрава, Валенсия, Испания, 2009); 6.4. каменные фасады и конструкции (The hobbit house, С. Дейл, Великобритания, 2003); 6.5. зеленый фасад (Органический дом, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 1985); 6.6. стеклянный фасад (Гостевой экодом, Desai Chia Architecture, Нью-Йорк, США, 2012); 6.7. металлические фасады и конструкции (Стальной дом, Р. Бруно, Лаббока, Техас, 2004); 6.8. земляной конструктив (Villa Vals, SeARCH&CMA, Вальс, Швейцария, 2009); 6.9. ткань.

7. Технологии – возможности гармоничного взаимодействия архитектуры и природы инновационными техническими методами: применение солнечных батарей, сбор и очистка дождевой воды, переработка отходов, очистка воздуха от вредных примесей и т.д. Подобные технологии позволяют архитектуре жить в гармонии с природой и не вредить здоровью человека: 7.1. технологии в возведении объекта (Najwa, Х. Сеносиаин, Вади Рам (Петра), Иордания, 2010); 7.2. эко-технологии (Bionic Arch, В. Каллебаут, Тайвань, 2011); 7.3. технологии в интерьере (The W.I.N.D. house, UNStudio, Нидерланды, 2014).

8. Символизм – философия, олицетворение природных или духовных связей природы и архитектуры: 8.1. символизм в форме (Гнездо богини Кетцакоатль, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 2008); 8.2. символизм в декоре (Саграда де Фамилия, А. Гауди, Барселона, Испания, с 1882 г.).

Таблица

**Классификация аналогов бионической архитектуры XX-XXI вв.
Критерии бионической архитектуры/Аналоги бионической архитектуры
(авторская классификация)**

1. Декор	
<p>1.1. декорирование экстерьера</p>  <p>Мексиканский кит, Х. Сеносиаин, Мексика, 1992 [13]</p>	<p>1.2. декорирование интерьера</p>  <p>Дом Акула, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 1990 [14]</p>

Продолжение таблицы

2. Конструкции	
<p>2.1. тентовые конструкции</p>  <p>Ботанический сад «Эдем», Н. Гримшоу, Корнуолл, Великобритания, 2000 [15]</p>	<p>2.2. элемент природы – стержень</p>  <p>Зеркальный куб, Tham&Videgard Architekt,er, Харадс, Швеция, 2010 [16]</p>
3. Ландшафт	
<p>3.1. горизонтальное повторение ландшафта</p>  <p>Органический дом, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 1985 [17]</p>	<p>3.2. вертикальное повторение ландшафта</p>  <p>Часовня Thotncrown, Е.Ф. Джонс, Эврика-Спрингс, США, 1980 [18]</p>
<p>3.3. слияние с ландшафтом</p>  <p>E'terra Samara, FPA, Онтарио, Канада, 2012 [19]</p>	<p>3.4. отсутствие акцента на ландшафт</p>  <p>Milwaukee art museum, С. Калагрова, Висконсин, США, 2001 [20]</p>
4. Форма / 5. Функции	
<p>4.1. природа – аналог формы</p>  <p>Дом-раковина, Э. Окампо, Исла-Мухерес, Мексика, 2012 [21]</p>	<p>4.2. криволинейная форма</p>  <p>ТЦ Wooden Orchids, В. Каллебаут, Цзянси, Китай, 2015 [22]</p>
<p>4.3. прямолинейная форма</p>  <p>Дом над водопадом, Ф.Л. Райт, Пенсильвания, США, 1935 [23]</p>	<p>5.1. индивидуальный жилой дом</p>  <p>Trunk House, Paul Morgan Architects, Австралия [24]</p>

Продолжение таблицы

5. Функции (продолжение)	
<p>5.2. многоквартирный жилой дом</p>  <p>Поворачивающееся туловище, С. Калатрава, Мальме, Швеция, 2005 [25]</p>	<p>5.3. отель</p>  <p>Roost Treehouse, Antony Gibbon, 2013 [26]</p>
<p>5.4. офисное здание</p>  <p>Многофункциональная башня, В. Каллебаут, Тайбэй, Тайвань, 2016 [27]</p>	<p>5.5. общественное пространство</p>  <p>Метрополь Парасоль, Х.Ю. Майер, М.Р. Иглесиас и А. Сантер, Севилья, Испания, 2011 [28]</p>
<p>5.6. культурный центр</p>  <p>Аудиторио-де-Тенерифе, С. Калатрава, Тенерифе, Испания, 2006 [29]</p>	<p>5.7. административные здания</p>  <p>Многофункциональная башня, В. Каллебаут, Тайбэй, Тайвань, 2016 [27]</p>
<p>5.8. павильоны</p>  <p>Железнодорожная станция Лион-Сэнт-Экзюпери, С. Калатрава, Франция, 1994 [30]</p>	<p>5.9. эко-моноблоки</p>  <p>Fab Lab House, Instituto de arquitectura avanzada de Cataluna, Испания, 2010 [31]</p>
6. Материалы/7. Технологии	
<p>6.1. деревянные фасады и конструкции</p>  <p>The mushroom house, Т. Браун, Цинциннати, Огайо, США, 2006 [32]</p>	<p>6.2. керамика</p>  <p>Парк Гуэля, А. Гауди, Барселона, Испания, 1914 (авторское фото)</p>

Продолжение таблицы

<p>6.3. бетонные фасады или конструкции</p>  <p>Город искусств и наук, С. Калатрава, Валенсия, Испания, 2009 [33]</p>	<p>6.4. каменные фасады и конструкции</p>  <p>The hobbit house, С. Дейл, Великобритания, 2003 [34]</p>
<p>6.5. зеленый фасад</p>  <p>Bionic Arch, В. Каллебаут, Тайвань, 2011 [35]</p>	<p>6.6. стеклянный фасад</p>  <p>Гостевой экомдом, Desai Chia Architecture, Нью-Йорк, США, 2012 [36]</p>
<p>6.7. металлические фасады и конструкции</p>  <p>Стальной дом, Р. Бруно, Лаббока, Техас, 2004 [37]</p>	<p>6.8. земляной конструктив</p>  <p>Villa Vals, SeARCH&CMA, Вальс, Швейцария, 2009 [38]</p>
<p>6.9. ткань</p>  <p>Центр помпиду в Меце, С. Бан и Ф. Отто, Мец, Франция, 2010 [39]</p>	<p>7.1. технологии в возведении объекта</p>  <p>Najwa, X. Сеносиаин, Вади Рам (Петра), Иордания, 2010 [40]</p>
<p>7. Технологии (продолжение)</p>	
<p>7.2. эко-технологии</p>  <p>Bionic Arch, В. Каллебаут, Тайвань, 2011 [35]</p>	<p>7.3. технологии в интерьере</p>  <p>The W.I.N.D. house, UNStudio, Нидерланды, 2014 [41]</p>

Продолжение таблицы

8. Символизм	
<p>8.1. символизм в форме</p>  <p>Гнездо богини Кетцакоатль, Х. Сеносианн, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 2008 [42]</p>	<p>8.2. символизм в декоре</p>  <p>Саграда де Фамилия, А. Гауди, Барселона, Испания, с 1882 г. (авторское фото)</p>

Анализ архитектурных объектов бионической архитектуры демонстрирует принадлежность объектов к одновременно нескольким критериям бионической архитектуры: декор, конструкции, ландшафт, форма, функция (типология), материалы, технологии, символизм, что подтверждает тенденции применения природосохранных, функционально-технологических, формально-композиционных и художественных средств.

Применение критериев бионической архитектуры, способствует формированию экологического архитектурного пространства в качестве объекта используемого при построении модели взаимодействия природы, человека и архитектурной среды.

Список библиографических ссылок

1. Дэй К. Места, где обитает душа, Архитектура и среда как лечебное средство. – М.: Изд-во «Ладья», 2000. – 280 с.
2. Иовлев В.И. Экология пространства и профессиональное развитие архитектора // Архитектон: известия вузов, 2012, № 38 (06). URL: http://archvuz.ru/2012_2/12 (дата обращения: 19.01.2016).
3. Иовлев В.И. Архитектурно-экологическое формообразование // Архитектон: известия вузов, 2006, № 15 (06). URL: http://archvuz.ru/2006_3/1 (дата обращения: 19.01.2016).
4. Воронина А.В. Принципы «эко-реурбанизации» в архитектурном пространстве постиндустриального развития // Автореферат, 2012. – 25 с.
5. Догель В.М., Геккель Э. Красота форм в природе, перевод, 1907.
6. Лебедев Ю.С. Архитектура и бионика. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1971. – 119 с.
7. Гольдштейн А.Ф. Фрэнк Ллойд Райт. – М.: Стройиздат, 1973. – 136 с.
8. Биоморфизм 23.06.2012. URL: <http://uiut.org/modules/news/article.php?storyid=40> (дата обращения: 19.01.2016).
9. Мацейко Е. Сантьяго Калатрава: Архитектура должна быть соразмерна человеку // Архитектура и проектирование, 07/14 URL: <http://rcmm.ru/arhitektura-i-proektirovanie/22146-santyago-kalatrava.-arhitektura-dolzha-byt-sorazmerna-cheloveku.html> (дата обращения: 19.01.2016).
10. Био-тек (bio-tech) в архитектуре. URL: <http://novikov-architect.ru/bio-tech.htm> (дата обращения: 19.01.2016).
11. Экологическая архитектура 5.04.2011. URL: <http://architection.ru/2011/05/ekologicheskaya-arhitektura/> (дата обращения: 19.01.2016).
12. Ароматы фруктового сада, Архитектура и проектирование // Зеленые здания, 2/14. URL: <http://green-buildings.ru/ru/aromaty-fruktoвого-sada> (дата обращения: 19.01.2016).
13. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/ballena-mexicana.html> (дата обращения: 9.02.2016).
14. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/el-tiburoacuten.html> (дата обращения: 9.02.2016).
15. URL: <http://grimshaw-architects.com/project/the-eden-project-the-biomes/> (дата

- обращения: 9.02.2016).
16. URL: <http://www.tvark.se/treehotel/> (дата обращения: 9.02.2016).
 17. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/casa-orgaacutenica.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 18. URL: <http://www.etoday.ru/2013/05/chasovnyua-thorncrown-v-arkanza.php> (дата обращения: 9.02.2016).
 19. URL: <http://inhabitat.com/eterra-samara-is-an-environmentally-sensitive-treehouse-resort-in-the-canadian-forest/> (дата обращения: 9.02.2016).
 20. URL: <http://www.calatrava.com/projects/milwaukee-art-museum.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 21. URL: <http://www.housekaboodle.com/a-seashell-house-in-mexico/> (дата обращения: 9.02.2016).
 22. URL: <http://vincent.callebaut.org/page1-img-woodenorchids.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 23. URL: http://www.admagazine.ru/inter/52197_dom-nad-vodopadom-frenka-lloydayrayta.php (дата обращения: 9.02.2016).
 24. URL: http://www.paulmorganarchitects.com/content/residential_and_commercial_projects/trunk_house.asp (дата обращения: 9.02.2016).
 25. URL: <http://www.calatrava.com/projects/turning-torso-malmoe.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 26. URL: <http://www.antonygibbondesigns.com/roost-treehouse> (дата обращения: 9.02.2016).
 27. URL: <http://vincent.callebaut.org/page1-img-taipei.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 28. URL: <http://www.jmayerh.de/19-0-Метропол-Parasol.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 29. URL: <http://www.calatrava.com/projects/palau-de-las-artes-valencia.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 30. URL: <http://www.calatrava.com/projects/lyon-saint-exupery-airport-railway-station-colombier-saugnieu.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 31. URL: <http://www.fablabhouse.com/> (дата обращения: 9.02.2016).
 32. URL: <http://www.mirkrasiv.ru/articles/gribnoi-dom-ili-dom-derevo-the-mushroom-house-aka-tree-house-cincinnati-ogaio-ssha.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 33. URL: <http://www.calatrava.com/projects/ciudad-de-las-artes-y-de-las-ciencias-valencia.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 34. URL: <http://www.simondale.net/hobbit.htm> (дата обращения: 9.02.2016).
 35. URL: <http://vincent.callebaut.org/page1-img-taichung.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 36. URL: <http://www.desaichia.com/portfolio/lm-guest-house/> (дата обращения: 9.02.2016).
 37. URL: <http://robertbruno.com/> (дата обращения: 9.02.2016).
 38. URL: <http://www.search.nl/#!/content/villa-vals> (дата обращения: 9.02.2016).
 39. URL: <http://www.archdaily.com/490141/centre-pompidou-metz-shigeru-ban-architects> (дата обращения: 9.02.2016).
 40. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/najwa-jordania.html> (дата обращения: 9.02.2016).
 41. URL: <http://www.unstudio.com/projects/the-wind-house> (дата обращения: 9.02.2016).
 42. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/nido-de-quetzalcoatl.html> (дата обращения: 9.02.2016).

Babakova A.V. – student

E-mail: ababakovaa@mail.ru

Denisenko E.V. – candidate of architecture, assistant

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Criteria of formation bionic architecture in the XIX century

Resume

In the era of the global environmental crisis, the creation of architectural and natural space is a way of solving the problem. A modern approach to environmental research contributes to the development patterns of the interaction of architecture and the environment. An important component of this environment – the architectural space. Systematized current trends of architecture related to nature: organic architecture, biomorfizm, architectural bionic, bio-tech, eco-architecture. Formulated criterias of bionic architecture: the decor – a tool to reflect national circumstances; constructions – the device and the functional connections of the living organism and natural analogues transported into the architecture; landscape – the main structure, which determines the form of building; form – a reflection of concepts and ideas; function – the formation of a comfortable space; materials – a reflection of regionalism in architecture; technology – the possibility of a harmonious interaction between architecture and nature with innovative technical methods; symbolism – philosophy, the personification of natural and spiritual ties of nature and architecture. The interaction of architecture and nature are formed by criterias of bionic architecture.

Keywords: criterias of bionic architecture, architectural and natural space, organic architecture, biomorfizm, architectural bionic, bio-tech, eco-architecture, eco-reurbanization, ecologization of space.

Reference list

1. Day C. Places where the soul resides, architecture and the environment as a remedy. – M.: Publishing house «Ladia», 2000. – 280 p.
2. Iovlev V.I. Ecology of space and professional development architect // Architecton: proceedings of higher education, 2012, № 38 (06). URL: http://archvuz.ru/2012_2/12 (reference date: 19.01.2016).
3. Iovlev V.I. Architectural and ecological shaping // Architecton: proceedings of higher education, 2006, № 15 (06). URL: http://archvuz.ru/2006_3/1 (reference date: 19.01.2016).
4. Voronina A.V. The principles of «eco-reurbanization» in the architectural space of the post-industrial development // Abstract, 2012. – 25 p.
5. Dogel V.M., Gekkel E. Beauty forms in nature, translated in 1907.
6. Lebedev Yu.S. Architecture and bionic. – M.: Publishing House of the literary-ry of construction, 1971. – 119 p.
7. Goldstein A.F. Frank Lloyd Wright. – M.: Stroyizdat, 1973. – 136 p.
8. Biomorfizm 23.06.2012. URL: <http://uiut.org/modules/news/article.php?storyid=40> <http://uiut.org/modules/news/article.php?storyid=40> (reference date: 19.01.2016).
9. Matseyko E. Santiago Calatrava: Architecture should be commensurate with the person // Architecture and Design 07/14. URL: <http://rcmm.ru/arhitektura-i-proektirovanie/22146-santiago-kalatrava.-arhitektura-dolzha-byt-sorazmerna-cheloveku.html> (reference date: 01/19/2016).
10. Bio-tech in architecture. URL: <http://novikov-architect.ru/bio-tech.htm> (reference date: 19.01.2016).
11. Ecological architecture 5.04.2011. URL: <http://architection.ru/2011/05/ekologicheskaya-arhitektura/> (reference date: 19.01.2016).
12. Fragrances of fruit garden, architecture and design // the magazine Green Building, 2/14. URL: <http://green-buildings.ru/ru/aromaty-fruktovoogo-sada> (reference date: 19.01.2016).
13. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/ballena-mexicana.html> (reference date: 9.02.2016).
14. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/el-tiburoacuten.html> (reference date: 9.02.2016).
15. URL: <http://grimshaw-architects.com/project/the-eden-project-the-biomes/> (reference date: 9.02.2016).

16. URL: <http://www.tvark.se/treehotel/> (reference date: 9.02.2016).
17. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/casa-orgaacutenica.html> (reference date: 9.02.2016).
18. URL: <http://www.etoday.ru/2013/05/chasovnya-thorncrown-v-arkanza.php> (reference date: 9.02.2016).
19. URL: <http://inhabitat.com/eterra-samara-is-an-environmentally-sensitive-treehouse-resort-in-the-canadian-forest/> (reference date: 9.02.2016).
20. URL: <http://www.calatrava.com/projects/milwaukee-art-museum.html> (reference date: 9.02.2016).
21. URL: <http://www.housekaboodle.com/a-seashell-house-in-mexico/> (reference date: 9.02.2016).
22. URL: <http://vincent.callebaut.org/page1-img-woodenorchids.html> (reference date: 9.02.2016).
23. URL: http://www.admagazine.ru/inter/52197_dom-nad-vodopadom-frenka-lloydayta.php (reference date: 9.02.2016).
24. URL: http://www.paulmorganarchitects.com/content/residential_and_commercial_projects/trunk_house.asp (reference date: 9.02.2016).
25. URL: <http://www.calatrava.com/projects/turning-torso-malmoe.html> (reference date: 9.02.2016).
26. URL: <http://www.antonygibbondesigns.com/roost-treehouse> (reference date: 9.02.2016).
27. URL: <http://vincent.callebaut.org/page1-img-taipei.html> (reference date: 9.02.2016).
28. URL: <http://www.jmayerh.de/19-0-Metropol-Parasol.html> (reference date: 9.02.2016).
29. URL: <http://www.calatrava.com/projects/palau-de-las-artes-valencia.html> (reference date: 9.02.2016).
30. URL: <http://www.calatrava.com/projects/lyon-saint-exupery-airport-railway-station-colombier-saugnieu.html> (reference date: 9.02.2016).
31. URL: <http://www.fablabhouse.com/> (reference date: 9.02.2016).
32. URL: <http://www.mirkrasiv.ru/articles/gribnoi-dom-ili-dom-derevo-the-mushroom-house-aka-tree-house-cincinnati-ogaio-ssha.html> (reference date: 9.02.2016).
33. URL: <http://www.calatrava.com/projects/ciudad-de-las-artes-y-de-las-ciencias-valencia.html> (reference date: 9.02.2016).
34. URL: <http://www.simondale.net/hobbit.htm> (reference date: 9.02.2016).
35. URL: <http://vincent.callebaut.org/page1-img-taichung.html> (reference date: 9.02.2016).
36. URL: <http://www.desaichia.com/portfolio/lm-guest-house/> (reference date: 9.02.2016).
37. URL: <http://robertbruno.com/> (reference date: 9.02.2016).
38. URL: <http://www.search.nl/#!/content/villa-vals> (reference date: 9.02.2016).
39. URL: <http://www.archdaily.com/490141/centre-pompidou-metz-shigeru-ban-architects> (reference date: 9.02.2016).
40. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/najwa-jordania.html> (reference date: 9.02.2016).
41. URL: <http://www.unstudio.com/projects/the-wind-house> (reference date: 9.02.2016).
42. URL: <http://www.arquitecturaorganica.com/nido-de-quetzalcoatl.html> (reference date: 9.02.2016).