

УДК 72.01

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

Аналогии природных систем, природные и архитектурно-строительные принципы в отечественных и зарубежных исследованиях

Аннотация

В истории архитектуры заимствование принципов природы в архитектуре имело различные подходы: конструктивный, функционально-пространственный и декоративный. Развитие естественных и технических наук, революция в применении строительных материалов способствует расширению и систематизации подходов к организации пространства через «обращение» к живой природе.

Ключевые слова: аналогии природных систем, бионика, биомиметика, принципы взаимодействия архитектуры и природы, природные и архитектурно-строительные принципы.

В истории архитектурного проектирования существует множество примеров аналогий живых организмов в архитектурных сооружениях. Архитекторы вдохновляются биологией и стремятся не только подражать формам растений и животных, но и найти методы для проектирования аналогичных процессов роста и эволюции в природе [1].

Научно-технические открытия в области биологии, физики, химии, механики, строительных материалов и конструкций и желание организации эстетического и оптимального архитектурного пространства для жизнедеятельности человека «подготовили» развитие бионики, как прикладной науки о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть формы живого в природе и их промышленные аналоги [2].

Архитектура представляет собой неотъемлемую часть природы и подражает ей во многих отношениях, т.к. архитектура и есть явление жизни. В своей архитектурно-строительной деятельности человек осознанно или интуитивно обращается за помощью к живой природе. Бионика внедряла в архитектуру конструктивные аналоги, закономерности формообразования, структурная организация, принципы работы и законы развития живых структур [3].

Интеграция биологических характеристик жизни, природных структур и процессов в архитектурное проектирование посредством изучения пересекающихся областей биологии (живой природы) и архитектуры способствует обеспечению инновационного потенциала для архитектурных решений. Архитекторы XX века «переводили» специфический феномен природы в архитектурное проектирование. Природный мир демонстрирует сложную слаженную систему, которая предстает источником и прообразом для архитектурных, технических и научных новшеств. Опыт флоры и фауны позволяет перенять ценность природного мира для архитектурного проектирования, формообразования, функционирования и жизненного цикла (жизнедеятельности).

Немецкий термин «бионика» комбинируется из двух слагаемых: биологии – науки о жизни и технологии – конструктивном создании продуктов, устройств и процессов с использованием материалов и сил природы, с учетом ее законов. Термин «биомиметика» (ввел О. Шмидт) появился как эквивалент «бионики» [4].

Группа Ф. Отто использовала экспериментальный подход, направленный на понимание природных структур и процессов, использовании физических законов для создания новых структур (мембранные конструкции). Интерпретация Ф. Отто выражения «природное строительство» подразумевает любой объект из бесконечного разнообразия, который способен показать «с особенной ясностью физические, биологические и технические процессы, порождающие этот объект... Даже если технология является инструментом человека природного объекта ... мы интерпретируем это как произведение человека и, следовательно, тем не менее, как часть природы» [4, с. 54].

Все примеры бионики могут быть поделены на три основных области, которые в соответствии с исследованиями В. Нахтигала (борник «Бионика. Принципы и примеры для инженеров и ученых») дифференцированы на подобласти [4, с. 54]. В качестве основных областей, которые описывают тенденцию аналогий природы в архитектуре, рассмотрены:

1. **Структурная бионика** - природные конструкции, структуры и материалы [4, с. 16], имеющие в своей структуре фрактальную основу. Живой организм образован органами, состоящими из тканей, сформированными клетками. Каждая из подсистем представляет собой систему в меньшем масштабе, но не меньшей значимости. В живой природе постоянство форм и структур биологических систем поддерживается за счет их непрерывного восстановления, поскольку они являются структурами, которые непрерывно разрушаются и восстанавливаются. Динамическое равновесие позволяет приспособлять и перестраивать конструкции в соответствии с изменяющимися условиями. Живая форма испытывается на прочность, устойчивость и жесткость, приспособляется к любым условиям, постоянно внося в себя коррективы и совершенствуясь в конструктивном отношении [2].

2. **Процессуальная бионика** – природные процессы [4, с. 16]. основополагающим принципом (условием) существования биологических систем является их непрерывное функционирование [2]. Все природные процессы, происходящие в экосистеме можно поделить на несколько типов: процессы, происходящие в живом организме; процессы, заключающиеся во взаимодействии видов и их расположении в экосистеме; процессы обмена и взаимодействия, проходящие между живым организмом (или целым видом) и окружающей средой. Функционирование живых систем сводится к нескольким основным природным критериям живого организма: метаболизм, репродукция, наследственность, мимикрия, дискретность, изменчивость, рост и развитие, раздражимость, авторегуляция, ритмичность, самовосстановление (резистентность), пластический и энергетический обмены [5, 6, 7, 8].

3. **Информационная бионика** – принципы развития и эволюции [9, с. 16]. Сложной природной системе характерно динамичное равновесие и устойчивое развитие (переход системы под воздействием внешних изменений от одного состояния устойчивого равновесия к другому [10]), с «сохранением стабильного состояния и некоторых параметров неизменными, несмотря на воздействие» [10]. Колебания или изменения системы, возникающие под воздействием внешних факторов или внутренних сил, формируют новую стабильно динамичную систему. В природном мире функциональное предназначение живых организмов взаимосвязано воедино, что свидетельствует о единстве системы на глобальном уровне. Так же как и сам живой организм в своей организации представляет собой сложную слаженную систему на локальном уровне. Об этом свидетельствует дискретность: отдельный организм (биологическая система, вид и др.) состоит из отдельных, но тесно связанных и взаимодействующих между собой частей, образующих структурно-функциональное единство [8]. Живая система состоит из взаимодействующих элементов, которые образуют целостность [9].

Подробные подобласти бионики согласно делению В. Нахтигала включают в себя: *структуру/материал бионики* – биологические структурные элементы, материалы и поверхности; *механизмы бионики* – развитие практических общих конструкций; *строительную бионику* – биологические конструкции, тесно связанные с выше указанными структурой и механизмами бионики; *антропологическую бионику* – взаимодействие человека/машины, эргономика, бионическая робототехника, бионическое протезирование; *конструирование бионики* – легкие конструкции, встречающиеся в природе, тросовые конструкции, мембраны и оболочки, трансформируемые конструкции, покрытия листа, использование поверхностей и т.д.; *климатическую (энергетическую) бионику* – пассивные концепции вентиляции, охлаждения и отопления; *сенсорную бионику* – обнаружение и переработка физической и химической стимуляции, расположение и ориентация в окружающей среде; *бионические кинематика и динамика* – совокупность согласованных движений в бионике, ходьба, плавание и полет в качестве первичных форм движения, взаимодействие с окружающей обстановкой; *нейробионику* – анализ данных и обработки информации; *эволюционную бионику* – эволюция техники и эволюция стратегий, создание полезного для техники; *бионическую обработку* –

фотосинтез, водородные технологии, утилизация; *организационную бионику* – комплексные взаимоотношения биологических систем [4].

Вернер Нахтигаль определил десять принципов проектирования природы, которые действуют для разработки природных конструкций в соответствии с их оптимизацией использования организмами в их среде источников энергии, материалов, сотрудничества и т.д.: интеграция вместо добавления конструкций; оптимизация целого вместо максимизации отдельных элементов; многофункциональность вместо монофункциональности; точная настройка в отношении с окружающей средой; прямое или косвенное использование солнечной энергии; временный предельный срок вместо бесполезной долговечности; полная утилизация вместо накопления отходов; компоновка вместо линейности, развитие методом проб и ошибок [4, с. 97].

Ю. Лебедев выявил собрание природных конструкций, систем, процессов и материалов, способных к реализации в архитектуре: «принцип интеграции функция + форма + структура» [4]. Характеристика архитектурной бионики в исследовании Ю.С. Лебедева заключается:

1. **Аналоги и единство форм.** В мире нет барьеров между живой и неживой природой, законы, объединяют мир в единое целое, порождают объективную возможность использования в искусственно создаваемых системах закономерностей и принципов построения живой природы и ее форм. Основой этому служит *биологическое родство человека и живой природы*.

2. **Материал живой природы.** В живой природе между ее материалом, в котором природа выступает в осязаемой форме, и ее конструкциями нет границы. *Весь материал природы конструктивен и представляет собой бесконечно дифференцирующуюся конструкцию с заранее заданными свойствами, т. е. запрограммированную.*

3. **Основные принципы формообразования опорных систем живого мира.** Особенность механической работы животного заключается в том, что «очаг» действующих сил лежит в нем самом; отсюда его большая *независимость от внешних условий*.

4. **Климат, архитектура и архитектурная бионика.** Архитектура – это искусственная среда, которая направлена на создание благоприятной метеорологической и биологической среды для человека, т. е. соответствующего искусственного микроклимата. Организмы в процессе своего существования выдерживают комплекс одновременно действующих, противоположных метеорологических и климатических факторов. Средства установления связи с климатом у живых организмов действуют слаженно и чутко реагируют на все изменения. Этому служит форма организма, фактура покровных тканей, саморегулирующиеся, автоматические приспособления.

5. **Форма живых организмов, климат и архитектура.** *Средство поддержания постоянства внутренней среды живого мира – изменение формы организма в целом, ее элементов и структуры в соответствии с изменениями условий существования.* В живой природе совершаются процессы упрощения элементарных форм и усложнения систем (сложный организм состоит из относительно простейших клеток, тканей и т. д.). Черты сходства архитектуры и живой природы: в живой природе – приспособляемость – способность изменяться, в архитектуре – соответствие изменяющимся условиям природной среды и общественной жизни; наследственность – способность передать потомству свои изменения, традиции; репродуцирование (размножение), повторяемость типов зданий и сооружений и т.д.

6. **Взаимодействие функции и формы.** Форма организма определяется внешней средой и внутренне ему присущими, унаследованными и относительно независимыми от среды функциями. *Форма живого организма является следствием действия внешних и внутренних сил.* В природе наблюдаются постоянные нарушения и восстановления единства, являющиеся движущей силой ее развития и обусловленные динамикой внешних воздействий и внутренних изменений.

7. **Законы компенсации и корреляции в природе.** Компенсация – закон сохранения энергии в живом мире. Закон корреляции означает зависимость развития одних органов и элементов организма от других. Компенсация и корреляция – основные факторы, регулирующие равновесие и гармонию природных форм. *Сходство природы и архитектуры увеличивается – конвергентность живой природы и архитектуры.* Закон

конвергенции в природе – развитие в одной среде сходных признаков у организмов, имеющих различное происхождение. Законом конвергенции обусловлены функциональные аналоги между архитектурой и живым миром.

8. Взаимосвязь конструкций и архитектурной формы. Воплощение характерных черт определенного вида живого организма (биоструктуры) в архитектуре происходит, когда форма отвечает требованиям, предъявляемым архитектурой. *Принцип бионики: природная форма в архитектуре всегда должна видоизменяться.*

9. Красота конструкций в природе и архитектуре. В живой природе целесообразность формы. Живая природа «сама» гармонизирует себя. В процессе роста, с переменой условий существования происходят постоянные изменения соотношения масс живых организмов, изменяются их положение в пространстве, соразмерность. *Живой организм непрерывно ищет соответствие внешних и внутренних физиологических и физико-механических сил в структуре материала, форме.*

10. Гармония – признак красоты живой структуры. Законы гармонии природы в архитектуре – закономерности построения формы (система пространственной организации, пропорции, ритм, равновесие) [3].

А.Н. Тетиор сформулировал аналогии природных и строительно-экологических принципов, классифицировав их по показателям: место расселения, взаимоотношение с ландшафтом, информационные системы, энергия, развитие, разложение, материалы, потребление ресурсов, конструкции, наружное покрытие [11].

Таблица 1

Природные и строительно-экологические принципы (А.Н. Тетиор) [11]

		Показатель Принципы	
		в природе	в строительстве
Место расселения		• Параметры популяции определяются экологическими факторами	• Достижение экологического равновесия
		• Взаимосвязь всех элементов ландшафта	• Взаимосвязь сооружений и элементов ландшафтов
		• Выбор места обитания с учетом особенностей ландшафта	• Учет особенностей ландшафта при градостроительстве
Взаимоотношения с ландшафтом		• Гомеостаз (подвижно-стабильное равновесие системы)	• Стремление к достижению равновесия технологическими средствами
		• Вертикальное расслоение на ярусы	• Пока не используется
		• Метаболизм	• Создание метаболического дома
		• Биотические факторы (взаимовлияние живых организмов)	• Пока не используется (нужна разработка основ и строительство биотического места расселения)
		• Масштабность (соответствие размеров) ландшафту	• Стремление к тому, чтобы все здания и сооружения были масштабны ландшафту
Информационные системы		• Отсутствие воздействия на рельеф, ландшафт	• Невмешательство в рельеф, незагрязнение ландшафта
		• Естественный кругооборот веществ	• Невмешательство в естественный кругооборот веществ
		• Информационно-измерительные системы (датчики, анализаторы)	• Использование информационно-измерительных систем в зданиях и сооружениях
		• Обратная связь	• Использование принципов обратной связи
Энергия		• Реакция на времена года, опасность и др.	• Создание здания с автоматической реакцией на времена года, опасность
		• Биологический мониторинг	• Использование мониторинга
		• Природные возобновляемые источники энергии (солнце, ветер и др.)	• Создание зданий с нетрадиционными источниками энергии
		• Экономия энергии	• Создание энергоэкономичных зданий
	• Естественный свет, люминесценция	• Создание зданий с новыми биологическими источниками света	
	• Живые аккумуляторы	• Использование новых экологически чистых биоаккумуляторов для зданий	

Продолжение таблицы 1

Развитие, разложение	<ul style="list-style-type: none"> • Саморазвитие по программе • Ремонт и изменения при эксплуатации по программе 	<ul style="list-style-type: none"> • Создание саморастущих сооружений • Самозалечивание и нужные изменения по программе
	<ul style="list-style-type: none"> • Разложение после завершения срока жизни с возвратом в естественный кругооборот 	<ul style="list-style-type: none"> • Саморазрушение с возвратом составляющих в процесс производства материалов
Материалы	<ul style="list-style-type: none"> • Саморазлагающиеся материалы, не загрязняющие природную среду 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование саморазрушающихся материалов, вторичное использование
	<ul style="list-style-type: none"> • Композиты 	<ul style="list-style-type: none"> • Применение композитов
	<ul style="list-style-type: none"> • Сочетание пассивных и активных материалов 	<ul style="list-style-type: none"> • Создание активных материалов
Потребление ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> • Постоянная очистка воздуха и воды 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование системы очистки воздуха и воды в городах, зданиях
	<ul style="list-style-type: none"> • Благоприятный звуковой (шумовой) фон 	<ul style="list-style-type: none"> • Создание благоприятного звукового фона в городах
	<ul style="list-style-type: none"> • Благоприятный волновой фон (смена скорости ветра) 	<ul style="list-style-type: none"> • Обеспечение отсутствия волнового загрязнения, изменений направления ветра, влажности и др.
	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие перерабатываемых загрязнителей (абсорбция) 	<ul style="list-style-type: none"> • Утилизация отходов, безотходные технологии
Конструкции	<ul style="list-style-type: none"> • Пространственные конструкции, разветвление 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование пространственных конструкции, разветвления
	<ul style="list-style-type: none"> • Гексагональность 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование принципа гексагональности при изготовлении материалов и конструкций
	<ul style="list-style-type: none"> • Тургор (внутреннее давление в клетках тканей), напряженные конструкции 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование принципа тургора
	<ul style="list-style-type: none"> • Торможение трещин 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование принципа торможения трещин
	<ul style="list-style-type: none"> • Полифункциональность 	<ul style="list-style-type: none"> • Применение принципа полифункциональности
	<ul style="list-style-type: none"> • Природные материалы 	<ul style="list-style-type: none"> • Биоархитектура (использование природных материалов)
Наружное покрытие	<ul style="list-style-type: none"> • Связь наружного покрытия с климатом, географическим размещением 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование разнообразных ограждающих конструкций с учетом климатических условий
	<ul style="list-style-type: none"> • Многообразии типов покрытий (волосы, перья, чешуя, кожа, иглы, броня и др.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Создание новых типов биопокрытий
	<ul style="list-style-type: none"> • Датчики в покрытии (рецепторы и др.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Расположение датчиков в стенах, кровле зданий
	<ul style="list-style-type: none"> • Обмен веществ, дыхание, теплообмен через кожу 	<ul style="list-style-type: none"> • Обеспечение обмена веществ через внешнее покрытие зданий, теплорегуляции
	<ul style="list-style-type: none"> • Связь цвета покрытия с ландшафтом, географическим размещением 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор цвета здания в зависимости от ландшафта
	<ul style="list-style-type: none"> • Наличие защитных функций 	<ul style="list-style-type: none"> • Создание внешнего покрытия зданий с защитными функциями (против микробов и др.)
	<ul style="list-style-type: none"> • Многослойное строение с различными функциями слоев 	<ul style="list-style-type: none"> • Создание многослойного ограждающего покрытия с различными функциями слоев

К. Даниелс разработал принципы и меры экологического планирования, классифицировав меры по типу применения «здания», «открытые пространства», «снабжение и управление». Принципы для всех типов применения мер заключены в адаптации к природным и социальным характерным размещениям, энергосбережение, защита ресурсов и материалов, создание высокого качества внутренней и внешней среды для человека [4, с. 83]

Таблица 2

Принципы и меры экологического планирования (К. Даниелс) [4, с. 83]

Принципы	Меры		
	Здания	Открытые пространства	Снабжения и управление
Адаптация к природным и социальным характеристикам размещения	<ul style="list-style-type: none"> • Интеграция в экосистеме в зависимости от солнца и ветра; • Зонирование плана первого этажа; • Минимальная область потребления 	<ul style="list-style-type: none"> • Минимальное уплотнение; • Несколько топографических изменений; • Поддержание существующей растительности; • Компактность здания 	<ul style="list-style-type: none"> • Близость к дому, услуги и культура; • Сокращение личного транспорта; • Связь с общественным транспортом; • Связь с низким уровнем выбросов энергоносителей
Энергосбережение	<ul style="list-style-type: none"> • Пассивное использование солнечной энергии; • Сохранение тепла; • Рекуперация тепла; • Зимние сады + использование солнечной энергии 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование климаторегулирующих эффектов растительной и водной поверхностей 	<ul style="list-style-type: none"> • Создание замкнутых циклов когда это возможно; • Отходы сырья; • Дождевая вода; • Старение и охлаждение воды; • Отходы тепловой энергии
Защита ресурсов и материалов	<ul style="list-style-type: none"> • Использование экологически чистых материалов; • Предотвращать токсичность; • Низко-энергетическое производство и обработка 	<ul style="list-style-type: none"> • Создание зеленого пояса; • Интеграция парковки в зеленые зоны 	<ul style="list-style-type: none"> • Замена питьевой воды; • Предотвращение отходов; • Связь тепловой мощности; • Минимизация выбросов
Создание высокого качества внутренней и внешней среды человека	<ul style="list-style-type: none"> • Влияние микроклимат с поверхностями здания; • Озеленение фасадов и крыш; • Защита от солнца; • Эргономичный дизайн пространства 	<ul style="list-style-type: none"> • Расширение зеленой зоны растениями и деревьями, совместимыми с их дислокацией; • Создание «рекреационных» пространств; • Стимулирование окружающей среды 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование поверхностных вод (дождевых); • Компост органических отходов для улучшения почвы

На основе аналогий природных и архитектурно-строительных принципов о потреблении ресурсов и энергии, применении материалов и конструкций, рекомендациях взаимодействия с природной средой, выявленных Ю.С. Лебедевым, В. Нахтигалем, А.Н. Тетиором и К. Дэниелсом, можно выделить следующие природно-архитектурные аспекты:

1. Организация автономной живой растущей и развивающейся архитектуры, имеющей качества и характеристики живого организма (рост, развитие, функционирование и утилизация);

2. Взаимосвязь и взаимозависимость архитектурной формы с ландшафтом и местными природными условиями;

3. Обратная связь и реакция на внешние изменения: смену погодных условий, времени суток и т.п.;

4. Экологически чистое потребление возобновляемой природной энергии;

5. Природная качественная организация конструкций, материалов и структур архитектурного объекта.

Применение в строительстве принципов природных структур, конструкций и материалов, процессов, принципов развития и эволюции, таких как органичная и целесообразная форма, устойчивая структура, конструктивная жесткость и природная гибкость, самовосстановление, гомеостаз, метаболизм, обратная связь и реакция на изменение внешних воздействий, саморазвитие и разложение после завершения срока

жизни, позволит создать живую саморастущую и функционирующую архитектуру, с запрограммированным кодом зарождения, развития и утилизации.

Список библиографических ссылок

1. Steadman P. The Evolution of Designs. Biological analogy in architecture and the applied arts. A revised edition. - Routledge. Taylor & Francis Group, 2008. – 302 p.
2. Бион – ячейка жизни. История бионики. URL: <http://bio-nica.narod.ru/> (дата обращения: 15.09.2015).
3. Лебедев Ю.С. Архитектура и бионика. – М., 1971. – 119 с.
4. Gruber Petra. Biomimetics in architecture. - Architecture of life and buildings, 2011. – 275 p.
5. Биологический словарь. URL: <http://sbio.info/plugin.php?e=bioslovar> (дата обращения: 15.09.2015).
6. Признаки и свойства организмов (критерии жизни). URL: <http://home-edu.ru/user/f/00000911/citologia/zanitie-1/zanitie-1-2.htm> (дата обращения: 15.09.2015).
7. Словарь Реймерса. URL: <http://rejmers.ru/> (дата обращения: 15.09.2015).
8. Штепа В. ГЛОКАЛИЗАЦИЯ. Глава из РУТОПИИ. URL: <http://kitezh.onego.ru/topia/gloc.html> (дата обращения: 15.09.2015).
9. Митникова Л.В. Философские проблемы биологии клетки (гносеологический аспект). – Л.: Наука, 1980. – 136 с.
10. Горелов А.А. Экология. – М.: Академия, 2007. – 400 с.
11. Тетиор А.Н. Городская экология. – М.: Академия, 2007. – 336 с.

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

Analogies of nature systems, nature and architecture construction principles in native and foreign research

Resume

The development of bionics «prepare» scientific and technological discoveries in the field of biology, physics, chemistry, mechanics, building materials and structures, the organization of aesthetic desire and optimal architectural space for human life.

Architecture is an integral part of nature and a phenomenon of life and imitates nature in many ways. In his architectural and construction activity man constantly, consciously or intuitively, appealed to nature for help.

In the history of architecture the adoption of nature principles in architecture had different structural, functional, spatial and decorative approaches. The development of natural and engineering sciences, the revolution in the using of building materials contributes to the expansion and systematization of approaches to the organization of space through the «conversion» of nature. Foreign and native researchers converted the nature basis to form the architectural object, capable of operating and interacting with nature, like a living organism.

Keywords: analogies of nature systems, bionics, biomimetics, principles of interaction between architecture and nature, natural and architectural and construction principles.

Reference list

1. Steadman P. The Evolution of Designs. Biological analogy in architecture and the applied arts. A revised edition. - Routledge. Taylor & Francis Group, 2008. – 302 p.
2. Bion – cell life. History bionics. URL: <http://bio-nica.narod.ru/> (reference data: 15.09.2015).
3. Lebedev Yu. S. Architecture and bionics. – М., 1971. – 119 p.
4. Gruber Petra. Biomimetics in architecture. - Architecture of life and buildings, 2011. – 275 p.
5. Biological Dictionary. URL: <http://sbio.info/plugin.php?e=bioslovar> (reference data: 15.09.2015).
6. The features and properties of organisms (life criteria). URL: <http://home-edu.ru/user/f/00000911/citologia/zanitie-1/zanitie-1-2.htm> (reference data: 15.09.2015).
7. Dictionary Reimers. URL: <http://rejmers.ru/> (reference data: 15.09.2015).
8. Shtepa V. Glocalization. Head of RUTOPII. URL: <http://kitezh.onego.ru/topia/gloc.htm> (reference data: 15.09.2015).
9. Mitnikova L.V. Philosophical problems of cell biology (epistemological dimension). – L.: Science, 1980. – 136 p.
10. Gorelov A.A. Ecology. – М.: Academy, 2007. – 400 p.
11. Tetior A.N. Urban ecology. – М.: Academy, 2007. – 336 p.