

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-4-77-86

**Банцера О.Л., \*Касимова А.Р.**

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

\*E-mail: adema-23352@inbox.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ БИОАНАЛОГОВОГО МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МОБИЛЬНЫХ ЖИЛИЩ

**Аннотация.** Биологический метод проектирования нацелен на совершенствование архитектурных форм мобильного жилища путем отбора и применения оптимальных природных структур, выработанных в процессе эволюционного развития. В соответствии с этим целью исследования является определение принципов создания мобильных жилищ на основе биологического метода проектирования, а задачей исследования служит изучение особенностей строения живых организмов и функционирования природных систем для определения способов формообразования и конструктивного решения мобильных зданий. Отмечается, что методы архитектурной бионики должны быть направлены на изучение структурных особенностей органических природных систем в течение всего их жизненного цикла. В процессе исследования изучены трансформирующиеся природные модели, способные изменять размеры и вид формы (растения суккуленты, насекомые из отряда чешуекрылых, рыбы семейства иглобрюхих); мобильные природные объекты, обладающие способностью преодолевать расстояния, передвигаясь в пространстве (растения из отдела грибов, животные из отряда членистоногих, пресмыкающиеся из семейства ужобразных). В результате исследования были определены следующие принципы создания мобильных жилищ – компактность конструктивной формы здания, ее способность к многократной трансформации объема и беспрепятственному передвижению самостоятельно или при помощи кинематических свойств других систем. Для рассмотрения вопросов формообразования в природе и архитектуре взяты опорные формы – конус, спираль, шестигульная призма, сфера и пространственные природные конструкции, такие как – оболочки-скорлупы, ребристые, решетчатые, сетчатые, складчатые и вантовые структуры. На основании исследования разработаны концептуальные модели мобильных временных жилищ для туристов, геологов, исследователей Севера и скотоводов-кочевников.

**Ключевые слова:** мобильное жилище для временного пребывания, трансформация, мобильность, компактность, архитектурная бионика, биологический метод проектирования, природные конструкции.

**Введение.** В настоящее время архитектура временных, быстровозводимых жилых объектов решает проблему обеспечения в сжатые сроки жильем туристов, геологов, исследователей Севера и скотоводов-кочевников, а также при резком изменении природно-климатических условий на планете и возникновении техногенных катастроф.

Временное жилище известно с древних времен. Современные идеи автономных городов и проекты космических модулей берут свое начало с традиционных мобильных жилищ кочевых этносов, которые исторически сложились в кочевых-номадических этнокультурных условиях. На протяжении всего периода существования характерной особенностью временного жилища является его способность к подвижности (мобильность) и трансформация. В настоящее время выделяются следующие типы мобильного дома: жилье, на основе наземного транспортного средства, среди которых гужевые повозки и кибитки; переносное жилье в виде легких быстровозводимых каркасных конструкций примерами которых служат юрты, яранги, чумы, типы и др. (рис. 1) [1]. В ряде некоторых кочевых племен принцип

сооружения подобного дома не претерпел существенных изменений со времен глубокой древности, с XII–IX веков до н.э. и по настоящее время, так как этому способствовали следующие характерные особенности: легкость сооружения, достигаемая за счет применения облегченных конструкций каркасного типа из древесины; типизация элементов конструкции; сборно-разборный тип сооружения, где время сборки и разборки достигало всего нескольких часов; высокие теплотехнические свойства элементов сооружения (войлочное покрытие, оленьи шкуры, циновки, кора), способных сохранять тепло зимой и «дышать» летом. Традиционное мобильное, трансформируемое, сборное жилье по-прежнему востребовано у жителей Севера, в Казахстане, Монголии, Кыргызстане, Туркмении и других странах, где сохранилось пастбищно-отгонное животноводство [2].

В начале 1950-х гг. современная мобильная форма жилья получила новый виток в своем развитии из-за возникшей потребности в создании оптимальной среды обитания человека в условиях передвижения и при обеспечении высокой

степени комфортности жилища (рис. 1). Установлено, что прототипами автодомов, кемперов и караванов служат гужевые повозки и кибитки. Для отечественного опыта данного периода харак-

терно активное проектирование и внедрение модульных зданий в качестве временного размещения рабочих при освоении северных территорий СССР [3].

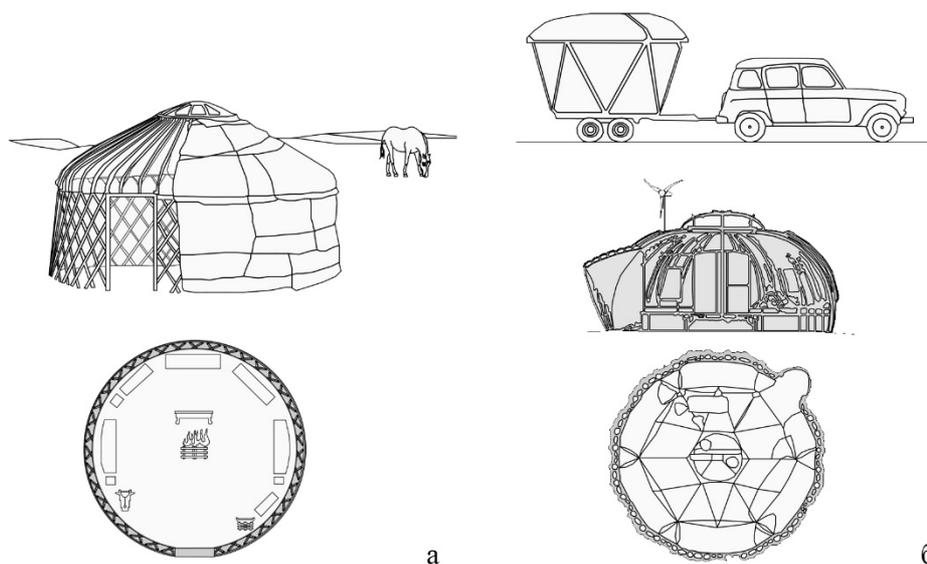


Рис. 1. Примеры мобильных жилищ в древности и современной архитектуре: а – тюркская юрта; б – проект «развертывающегося жилища», арх. Дж. Лоуис, П.М. Перрианд (авторская иллюстрация)

Проектирование мобильных зданий в настоящее время характеризуется внедрением металлических конструкций в качестве материала каркаса и стен, интеграцией современных инженерных систем в мобильные временные сооружения (водоснабжение, отопление, вентиляция, канализация, альтернативные источники энергии, такие как миниветряки и солнечные батареи), а также поиск новых архитектурных форм зданий для улучшения теплотехнических свойств объекта.

В настоящее время накоплен большой теоретический опыт по теме мобильности и трансформации жилых зданий, который заключается в рассмотрении вопросов типологии мобильного жилища для временного пребывания и его классификационных признаков; приспособления жилища к изменяемым потребностям обитателей в результате трансформации внутреннего пространства и достижения его многофункциональности; методики проектирования функционально-пространственных элементов мобильного жилища рекреационного назначения; проектирования автономного резервного мобильного жилища в водной среде, основанных на принципах адаптивной плавучести, трансформативности планировки, а так же вопросов создания автономных жилых зданий в экстремальных условиях природного характера [4–9].

Существует множество решений мобильных жилищ, среди которых разработки объемно-блочного и контейнерного типа, трансформиру-

ющиеся по горизонтали и вертикали, телескопически выдвигаемые и раскладывающиеся и складываемые в пакет здания, динамомобильные сооружения с использованием жёстких и гибких элементов, а также мобильные дома, оснащенные мебелью и оборудованием

В тоже время в результате анализа научных работ и публикаций в области временного мобильного жилья установлено, что недостаточно освещены вопросы архитектурного формообразования мобильных жилищ, не структурированы и не определены основные принципы проектирования временных зданий с обеспечением комфортности внутреннего пространства и учетом сохранения экологии окружающей среды (природного ландшафта, почвенно-растительного покрова). Учитывая уровень научно-технического прогресса, инновационные строительные материалы и технологии, а также применяя современные подходы к проектированию мобильных зданий, многообразие архитектурных форм может быть значительно дополнено.

По мнению Сапрыкиной Н.А. достижения архитектурной бионики способны внести значительный вклад в развитие современной архитектуры. Метод архитектурной бионики заключается в изучении строения биоаналогов для разработки новых и более совершенных конструктивных систем, эффективных материалов и технологий. Отмечается, что с помощью архитектурной бионики возможно решить самые разнообразные

вопросы архитектуры: «... определение дальнейших направлений дифференциации функциональной структуры архитектурных форм и архитектурного пространства; углубление композиционных приемов – тектоники, пропорций, равновесия, симметрии, статики и динамики, метра и ритма, света, цвета; ... рационализация существующих конструктивных решений и внедрение новых конструктивных форм» [10]. Таким образом, представляется целесообразным изучение проблемы мобильного жилья в контексте биоаналогового метода проектирования. В соответствии с этим целью исследования является выявление принципов формирования мобильных жилищ для временного пребывания с помощью биоаналогового метода. Задачей исследования служит рассмотрение способов архитектурного формообразования мобильных жилищ на основе анализа природных систем и живых организмов.

**Материалы и методы.** Основными методами исследования является биоаналоговый метод проектирования, основанный на изучении принципов построения и функционирования природных систем и живых организмов, а также анализ природных структур для формирования концептуальных решений передвижных мобильных блоков.

**Основная часть.** Поиск формообразующих возможностей конструкций в конкретных архитектурных формах связан с изучением морфологических характеристик живой природы.

Биоаналоговый метод проектирования заключается не в простом копировании природной формы, а в исследовании законов построения и функционирования объектов живой природы. В этой связи отмечается, что: «В архитектурной бионике исследуется сам процесс жизнедеятельности организмов и растений, способы выживания, выработанные живой природой за многие миллионы лет эволюции. Рассматриваются все этапы жизненного цикла биологических систем от зарождения, роста и развития до размножения и затухания. Только силуэт или контур природных форм не интересуют архитектора. Для создания истинно бионической архитектуры необходимо изучить все процессы, происходящие в интересующем природном объекте-аналоге» [11].

Принципы функционирования природных систем неразрывно связаны с закономерностями их формообразования. Изменение особенностей жизнедеятельности и строения живых организмов складывались под влиянием многих внешних факторов в условиях их постоянного эволюционного развития. Адаптивность живых организмов к различным условиям существования

позволила достичь многообразия природных форм и конструкций.

Для выявления особенностей формообразования выбрано несколько опорных форм, одной из которых является конус (рис. 2). Форма конуса прослеживается в конструктивном построении природных объектов, таких как стебли соцветий и грибов, крона и стволы деревьев. Устойчивость конусообразных форм реализуется в статичном конусе или конусе гравитации, где форма расположена основанием вниз. Подобная конструкция способна оптимально воспринимать действия сил тяжести и ветровые нагрузки [10]. Конус роста или динамичный конус, где основание направлено вверх является выражением начала развития бионических систем. Взаимодействие статичного и динамичного конуса способствует возникновению множества форм в природе.

Спираль аналогично динамичному конусу – это проявление движения, роста и развития природных объектов (рис. 2). Различные виды спиралей оказываются оптимальными для протяженных форм, где посредством закручивания удается достичь компактного плотного состояния при экономном расходовании материала и энергии. Подтверждением этому служат природные формирования, такие как завернутые в разных плоскостях поверхности стеблей растений, лепестки цветов в бутоне, стебли огурцов или тыквы, ножки грибов, а также хвост хамелеона и рога козла, морские раковины, конструкции скелета, опорные кости и конечности животных [12, 14].

Следующей опорной формой выбрана сфера (рис. 2). Конструкции, имеющие форму сферы или приближенные к ней, обладают пространственной компактностью. Сферические формы олицетворяют сосредоточение жизненной энергии. В форме яйца и положении эмбриона человека заключена концентрация данной энергии, в связи с тем, что в подобном состоянии накапливаются, распределяются и сохраняются внутренние жизненные силы [13, 14]. Компактность сферических объемов может характеризоваться показателем компактности, который определяет соотношение площади поверхности вращения к внутреннему объему сферы.

В целом, изучив механизмы образования формы в природе, можно выделить в качестве требований к формированию мобильных жилищ стремление к пространственной конструктивной устойчивости на основе конусообразных форм, динамичности спиральных структур, достижения компактности и экономичности при помощи сферических объемов и шестигранных конструкций.

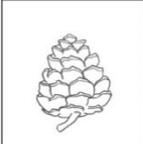
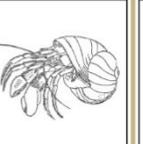
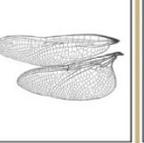
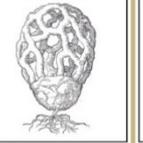
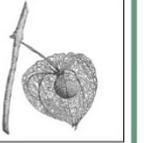
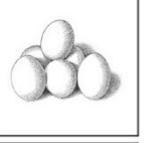
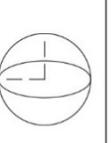
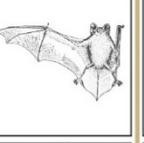
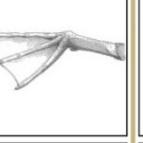
Биоаналоги			Опорные формы	Биоаналоги			Природные конструкции
							Оболочки
словая шишка	гриб Петушок	Ель обыкновенная	Конус	дубовый орех	панцирь Рака-отшельника	гнездо	
							
усы кабачка	рога Горного барана	раковина	Спираль	крылья стрекозы	гриб Решеточник красный	Физалис	
							Вантовые
бутоны пиона	коробочка Дикого мака	куриное яйцо	Сфера	крылья Летучей мыши	лапа Гагары	паутина	

Рис. 2. Графический анализ реализации объемно-пространственных особенностей опорных форм и конструкций в природных биоаналогах (авторская иллюстрация)

Помимо опорных форм существует множество пространственных конструкций отличных по принципу работы, среди них – оболочки, ребристые, решетчатые, сетчатые, складчатые и вантовые структуры (рис. 2). К природным оболочкам относят панцири и раковины животных, скорлупы некоторых растений. Принцип работы подобных оболочек заключается в том, что благодаря пространственно изогнутой форме равномерно распределяются силовые нагрузки по всему сечению вследствие непрерывности и плавности объема [10]. Природные оболочки – сводчатые слоистые конструкции, характеризующуюся большой прочностью, каждый слой оболочки выполняет определенную функцию, что можно наблюдать в яичной скорлупе, состоящей из 7 слоев с общей толщиной 0,3 мм. Тонкая эластичная пленка преобразовывает скорлупу в конструкцию с предварительным напряжением. Предварительно напряженные системы аналогичны природным структурам, работающим по принципу сопротивляемости конструкций по форме. Листья манжетки обыкновенной, бука, лапчатки – это пространственные конструкции, обладающие жесткостью, прочностью за счет своей складчатой формы, способной воспринимать тяжесть во много раз превышающей ее вес [14].

Ребристые, решетчатые и сетчатые природные конструкции также характеризуются достаточной механической прочностью. Принцип построения и работы данных конструкций основан на распределении материала по линиям главных

напряжений, к примеру, это наблюдается в крыльях насекомых и листьях растений пронизанных сетью жилок. Листья тропического растения Виктории регии вырастают до 2-х метров в диаметре и выдерживают вес до 50 кг благодаря крепким и прочным прожилкам – канатам, связанным между собой серповидными поперечными диафрагмами [12, 14]. Природные конструкции и структуры из тонких натянутых нитей и мембран между ними обладают значительной прочностью и являются эффективными решениями для перекрытия больших пространств. Среди подобных природных моделей, в которых применяются натянутые нити (ванты) – паутиные нити, перепончатые лапы водоплавающих птиц, плавники рыб, крылья летучих мышей и др. [14].

В результате анализа природных пространственных конструкций и принципов их построения и работы можно сделать вывод о том, что при создании прочных и эффективных решений конструкций мобильных жилищ целесообразно использовать биоаналоги для решения поставленных задач.

Приспособляемость к изменениям окружающей среды живых организмов наблюдается не только в процессе их эволюционного развития, но и в повседневном функционировании природных систем. Улавливая изменения, происходящие во внешней среде, организмы приспособились регулировать свое положение в пространстве и временно изменять форму. К примеру, растения способны реагировать на динамические

условия среды, будь то это повышение влажности воздуха, освещенности и даже готовность к опылению (рис. 3). Реакция растений заключается в механизме открывания и закрывания цветка, лепестков. В зависимости от времени суток и освещенности изменяют пространственную форму лепестки цикория, мака и шиповника, вслед за солнцем поворачиваются листья белой акации, хлопчатника и соцветие подсолнечника, отвечая на механическое раздражение, складывают листочки актинии, росянка и мимоза [14]. Данные изменения растений осуществляются в основном за счет гибкости и упругости их стволов. В животном мире подобная трансформация связана со строением тела, в особенности панциря, состоящего из повторяющихся сегментов, под которым скрывается упругая кожа и сильные мышцы, способствующие передвижению и защите от хищников. Трансформировать свою пространственную форму способны гусеницы, змеи, ежи, броненосцы, панголины, рыбы семейства иглобрюхих и др. (рис. 3) [13, 14].

Еще одним видом трансформации в природе является особенность организмов при воздействии воды или воздуха регулировать свое внутриклеточное давление. Данный принцип именуется тургором, благодаря которому растения приобретают упругость. Гибкая оболочка природных конструкций характеризуется устойчивостью и прочностью к любым видам нагрузок в силу создаваемого избыточного давления газа или жидкости в теле растения. Особенно ярко эта трансформация проявляется у растений суккулентов, ткани которых насыщены водой, таких как кактус, агавы, опунция, алоэ. Роль тургора важна в формообразовании живых моделей, у которых отсутствует арматурная ткань – это помидоры, патиссоны, гусеницы, медузы и др. [12, 14].

Принципы трансформации природных конструкций и систем вследствие гибкости и упругости стволов растений, сегментированной

структуре некоторых животных и способности живых моделей изменять свою пространственную форму благодаря регулированию внутриклеточного давления могут быть положены в основу легких, складных, быстро трансформируемых мобильных жилищ с развитием их площади и изменением планировочной организации, а также способностью транспортироваться в сложном компактном состоянии к месту возведения.

Существуют различные способы расселения растений и животных, которые позволяют им захватывать новые участки местности, увеличивая свой ареал обитания.

К кочующим растениям относят легкие по своей структуре культуры, не закрепленные в почве, среди которых грибы и лишайники (рис. 3). Примерами «мобильных» растений служат Пармелия блуждающая, Перекати-поле, Лопух большой, одуванчик и др. В основе строения тела Пармелии легкая, рыхлая структура со множеством мелких вильчато-ветвящихся лопастей, заворачивающихся в трубочки, которую способен поднять и перенести на новое место ветер. В свою очередь от малейшего дуновения плоды одуванчика разлетаются на зонтиках – парашютах. Это происходит благодаря изменению давления воздуха под основанием плодика – семянки, тогда как за счет шаровидной формы Перекати поле катится и переносит свои семена на дальние расстояния. Перекати поле – это высохшая форма растений, обладающая сферической формой, образованной густым сплетением мелких побегов или листьев [13]. Помимо легкой, шаровидной формы растения распространяются при участии животных и человека, как в случае с Лопухом большим (Репейник), который путешествует, цепляясь за шерсть и одежду посредством крючков и зацепок.

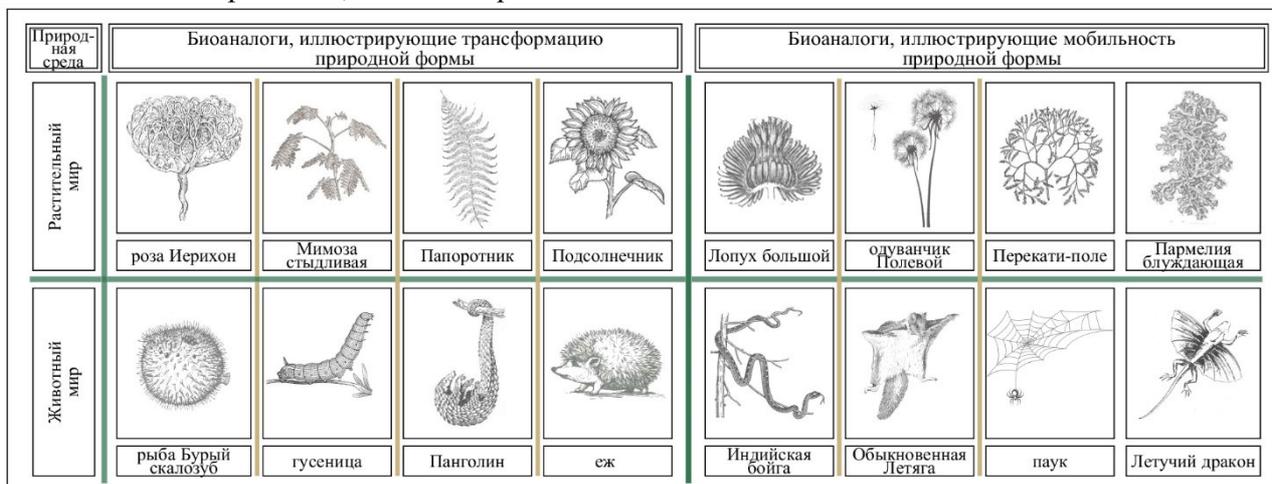


Рис. 3. Принципы формообразования мобильности и трансформации в природе (авторская иллюстрация)

Примерами «мобильных» животных являются пауки, белки-летяги, древесные муравьи и змеи и др. (рис. 3). Пауки для перемещения используют своеобразный легкий «воздушный шар» из паутины, который совместно с животными увлекает ветер, тем самым позволяя планировать между деревьями и перелетать на дальние расстояния. Управляемое парение свойственно древесным муравьям, тело которых превращается в парашют и позволяет им облетать дерево по спирали. Белки-летяги и древесные змеи способны скользить между деревьями путем задействования кожных перепонки между лапами и удачного строения тела с аэродинамической точки зрения, позволяющего опираться на восходящие потоки ветра [15].

Особенности процессов перемещения растений и животных, связанные со строением их тел и различными способами миграции, могут быть взяты за основу создания самодвижущихся, перевозных или переносных мобильных жилищ.

Таким образом, рассмотрев внутреннее и внешнее строение живых организмов и изучив процессы, происходящие в природных системах, можно сделать вывод о том, что принципами формирования мобильных жилищ для временного пребывания являются компактность конструктивной формы, ее способность к многократной трансформации и передвижению (мобильность). На основании этого была сформулирована триада принципов формообразования временных жилищ – компактность, мобильность и трансформация при соблюдении которых достигается сохранение природы и создание устойчивой окружающей среды за счет минимизации антропогенных факторов, таких как изменение структуры земной поверхности, изменение состава биосферы, круговорота и равновесия, составляющих ее веществ (рис. 4).

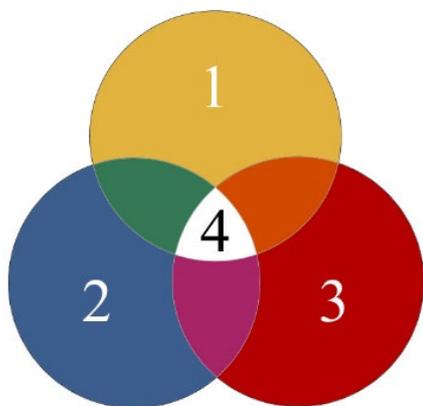


Рис. 4. Триада принципов формообразования мобильных жилищ: 1 – компактность; 2 – мобильность; 3 – трансформация; 4 – сохранение экосистемы (авторская иллюстрация)

Апробация данных принципов путем создания концептуальных проектов мобильных блоков на основе природных аналогов проводилась на кафедре «Архитектура» НИУ МГСУ под руководством профессора Банцеровой О.Л., являющейся основателем творческого объединения бакалавров, магистрантов и аспирантов «Архитектурная бионика», и доцента Касимовой А.Р. В процессе проектирования в качестве биоаналогов были выбраны такие объекты живой природы, как панголины, броненосцы, рыбы из семейства иглобрюхих, одуванчики и различные цветы. Понятие мобильности в проектах было изучено не только с точки зрения передвижения, но и времени, затраченного на трансформацию здания и приведения его в эксплуатационное состояние. Эскизные решения представляют типы мобильных блоков различные по способу перемещения – самоходные, преодолевающие расстояния посредством колес, с помощью свойств своей формы илидвигающиеся в качестве груза. Учитывались принципы формообразования как по отдельности, так и в различных комбинациях – мобильность и компактность, компактность и трансформация.

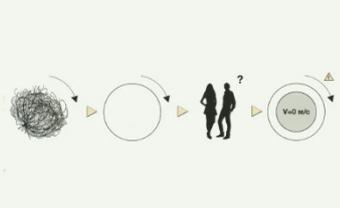
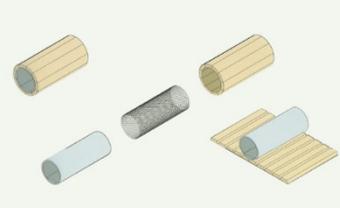
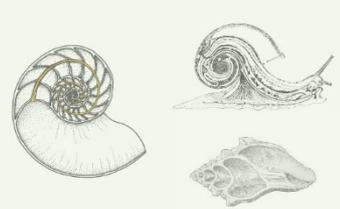
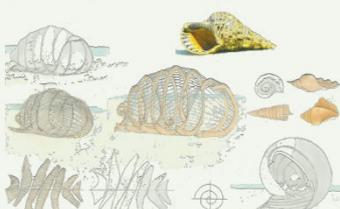
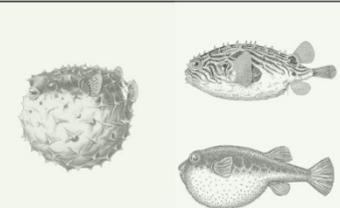
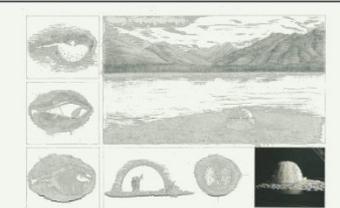
Рассмотрим эти проекты. В первом концептуальном проекте туристской капсулы «Перекати поле» мобильность осуществляется при помощи формы травянистого растения Перекати поле. Мобильный блок имеет форму цилиндра, где в центре размещается неподвижное стационарное ядро, внутри которого во время движения находятся люди. Данный блок состоит из следующих оболочек: внутренний модуль из легких материалов по типу пластика; сепараторные шарикоподшипники; внешняя оболочка, защищающая внутренний модуль от повреждений во время движения (рис. 5).

Во втором концептуальном проекте летнего павильона «Морская раковина» предлагается сборно-разборная конструкция блока на основе спирального роста скелета моллюсков – морской раковины. Спиральная форма скелета является результатом скручивания тела моллюсков во время их роста, позволяющая экономно расходовать материал и энергию, достигая при этом конструктивной жесткости и устойчивости объема в пространстве (рис. 5).

Третий концептуальный проект мобильной капсулы для освоения пустынь «Передвижение одуванчика» предусматривает движение блока под воздействием ветровой нагрузки с использованием пневматических устройств для трансформации объема. Биоаналогом данного проекта являются плоды травянистого растения – одуванчика. Мобильный блок не соприкасается с землей, тем самым, сохраняя почвенный покров, и не

требует для транспортировки применения громоздких технических приспособлений. Конструкция блока состоит из оболочки, покрытой

двумя независимыми друг от друга цепями ячеек, расположенных по спирали. Ячейки заполняются газом при помощи компрессора (рис. 5).

№ п/п	Название проекта	Концептуальный проект		Принципы формообразования
1	Туристическая капсула "Перекаати-поле"			
2	Летний павильон "Морская раковина"			 
3	Мобильный блок для освоения пустынь "Передвижение одуванчика"			 
4	Мобильный пневматический павильон "Рыба Фугу"			 

Условные обозначения:  - мобильность  - компактность  - трансформация

Рис. 5. Концептуальные проекты мобильных блоков на основе биоаналогов (авторская иллюстрация)

Четвертый концептуальный проект мобильного пневматического павильона «Рыба фугу» подразумевает трансформацию мобильного блока за счет эластичности конструкций и объема. Рыба Фугу выступает биоаналогом для данного решения блока, так как она способна растягиваться в три раза и принимать форму шара при возникновении опасности. Мобильный блок представляет собой куполообразную эластичную оболочку, которая при нагнетании воздуха за счет компрессора способна принимать форму шара (рис. 5).

Поисковый характер проектов позволил определить пути формообразования мобильных структур в различных природных условиях с учетом природно-климатических и ландшафтных

характеристик осваиваемых территорий. Биоаналоговый метод проектирования помог найти не только форму объекта, но и его конструктивное решение, материалы и эффективные технологии.

**Выводы.** В результате анализа живых организмов были выявлены принципы формирования мобильных жилищ для временного пребывания, такие как компактность конструктивной формы, способность здания к многократной трансформации и передвижению. Реализация данных принципов в архитектурном проектировании осуществляется путем использования физических свойств природных объектов с учетом особенностей их функционирования. Прочные и динамичные структуры проектируемых зданий могут быть разработаны на основе конусообразных и спиральных систем, а также с использованием

природных пространственных конструкций в виде оболочек-скорлуп, ребристых, решетчатых структур. Компактность объема зданий возможно достичь благодаря использованию таких опорных форм, как сфера или шестиугольная призма. Трансформация и способность к перемещению в сложенном состоянии характерна для объектов, обладающих сегментированной структурой и гибкими, упругими элементами конструкций. Мобильность жилых объектов обеспечивается формированием легкой, разветвленной структуры шаровидной формы или созданием системы по образу летательных аппаратов животных. Использование биоаналогового метода для проектирования мобильных жилищ будет способствовать расширению многообразия архитектурных форм и удовлетворению современным требованиям, предъявляемым к мобильным объектам.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мироненко В.П., Цымбалова Т.А. Мобильное жилище для мигрантов // International Scientific and Practical Conference World science. 2018. Т.1. № 4(32). С. 42–50.
2. Банцера О.Л., Касимова А.Р. Специфика развития этнокультурного туризма в системе формирования этнокультурных кластеров // Научное обозрение. 2016. № 17. С. 90–98.
3. Сапрыкина Н.А. Мобильное жилище для Севера. Л.: Стройиздат, 1986. 213 с.
4. Панфилов А.В. Особенности формирования мобильного жилища для временного пребывания: конец XX– начало XXI века: автореф. дис. ... канд. арх.: 05.23.21 / А.В. Панфилов. М., 2013. 26 с.
5. Анисимов Л.Ю. Принципы формирования архитектуры адаптируемого жилища: автореф. дис. ... канд. арх.: 18.00.02 / Л.Ю. Анисимов. М., 2009. 30 с.
6. Поморов С.Б. Второе жилище горожан компенсационного типа: автореф. дис. ... д-ра. арх.: 18.00.02 / С.Б. Поморов. М., 2005. 66 с.
7. Экономов И.С. Принципы формирования малоэтажных жилых объектов на воде: автореф. дис. ... канд. арх.: 05.23.21 / И.С. Экономов. М., 2010. 36 с.
8. Кизилова С.А. Принципы формирования резервного мобильного жилища в водной среде: автореф. дис. ... канд. арх.: 05.23.21 / С.А. Кизилова. М., 2021. 31 с.
9. Погонин А.О. Принципы формирования автономных жилых зданий в экстремальных условиях природного характера: автореф. дис. ... канд. арх.: 05.23.21 / А.О. Погонин. М., 2010. 30 с.
10. Сапрыкина Н.А. Основы динамического формообразования в архитектуре. М.: Архитектура-С, 2005. 311 с.
11. Принципы формирования устойчивого развития в архитектуре [Электронный ресурс] / Т.Р. Забалуева, А.Е. Балакина, О.Л. Банцера, А.В. Захаров. М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2022. 81 с. URL: <http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2022/89.pdf> (дата обращения 20.11.2022).
12. Архитектурная бионика // под ред. Ю. С. Лебедева. М.: Стройиздат, 1990. 269 с.
13. Касимова А.Р. Архитектурное формирование этнокультурных туристских кластеров: на примере Российско-Казахстанского приграничного региона: дис. ... канд. арх.: 2.1.12 / А.Р. Касимова. Нижний Новгород, 2021. 482 с.
14. Мастерская природы // Авт. - сост. и автор текста З. Воронцова. М.: Изобразительное искусство, 1981. 32 л.
15. Как летают пауки [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nkj.ru/news/26831/> (дата обращения 20.11.2022).

#### Информация об авторах

**Банцера Ольга Леонидовна**, кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры. E-mail: [olga.banceraova@gmail.com](mailto:olga.banceraova@gmail.com). Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

**Касимова Адема Рамазановна**, кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры. E-mail: [adema-23352@inbox.ru](mailto:adema-23352@inbox.ru). Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Поступила 30.11.2022г.

© Банцера О.Л., Касимова А.Р., 2023

**Bantserova O.L., \*Kasimova A.R.**

National research Moscow state University of civil engineering

\*E-mail: adema-23352@inbox.ru

## APPLICATION OF THE BIO-ANALOGUE DESIGN METHOD IN THE FORMATION OF MOBILE DWELLINGS FOR TEMPORARY STAY

**Abstract.** The bio-analogue design method is aimed at improving the architectural forms of a mobile home by selecting and applying optimal natural structures drawn up in the process of evolutionary development. Accordingly, the purpose of the study is to determine the principles of creating mobile homes based on the bio-analogue design method. The research task is to study the features of the structure of living organisms and the functioning of natural systems to determine the ways of shaping and constructive solutions of mobile buildings. It is noted that the methods of architectural bionics should be aimed at studying the structural features of organic natural systems throughout their life cycle. In the course of the study, transforming natural models capable of changing the size and type of shape are studied (succulent plants, insects order the Lepidoptera, the family puffers); mobile natural objects with the ability to overcome distances by moving in space (plants from the fungi department, animals from the arthropod order, reptiles from the grass snake family). In result, the following principles of creating mobile homes are determined: compactness of the structural form of the building, its ability to repeatedly transform the volume and unhindered movement independently or with the help of kinematic properties of other systems. To consider the issues of shaping in nature and architecture, reference forms are taken - a cone, a spiral, a hexagonal prism, a sphere and spatial natural structures, such as shells, ribbed, lattice, mesh, folded and cable-stayed structures. Based on the research, conceptual models of mobile temporary dwellings for tourists, geologists, researchers of the North and nomadic pastoralists have been developed.

**Keywords:** mobile dwelling for temporary stay, transformation, mobility, compactness, architectural bionics, biosimilar design method, natural structures.

### REFERENCES

1. Mironenko V.P., Cymbalova T.A. Mobile housing for migrants [Mobil'noe zhilishche dlya migrantov]. International Scientific and Practical Conference World science. 2018. Vol. 1. No. 4 (32). Pp. 42–50. (rus)
2. Bancerova O.L., Kasimova A.R. Peculiarity of ethnocultural tourism development in the system of recreation clusters formation [Specifika razvitiya etnokul'turnogo turizma v sisteme formirovaniya etnokul'turnyh klasterov]. Nauchnoe obozrenie. 2016. No. 17. Pp. 90–98. (rus)
3. Saprykina N.A. Mobile home for the North [Mobil'noe zhilishche dlya Severa]. Leningrad: Stroizdat. 1988. 213 p. (rus)
4. Panfilov A.V. Features of the formation of a mobile home for temporary stay: the end of the XX – beginning of the XXI century [Osobennosti formirovaniya mobil'nogo zhilishcha dlya vremennogo prebyvaniya: konec XX – nachalo XXI veka]: avtoreferat dissertacii kandidata arhitektury: 05.23.21. Moscow. 2013. 26 p. (rus)
5. Anisimov L.YU. Principles of the formation of the architecture of an adaptable home [Principy formirovaniya arhitektury adaptiruemogo zhilishcha]: avtoreferat dissertacii kandidata arhitektury: 18.00.02. Moscow. 2009. 30 p. (rus)
6. Pomorov S.B. The second dwelling of citizens of the compensatory type [Vtoroe zhilishche gorozhan kompensacionnogo tipa]: avtoreferat dissertacii doktora arhitektury: 18.00.02. Moscow. 2005. 66 p. (rus)
7. Ekonomov I.S. Principles of formation of low-rise residential buildings on the water [Principy formirovaniya maloetazhnyh zhilyh ob'ektov na vode]: avtoreferat dissertacii kandidata arhitektury: 05.23.21. Moscow. 2010. 36 p. (rus)
8. Kizilova S.A. Principles of formation of a backup mobile home in the aquatic environment [Principy formirovaniya rezervnogo mobil'nogo zhilishcha v vodnoj srede]: avtoreferat dissertacii kandidata arhitektury: 05.23.21. Moscow. 2021. 31 p. (rus)
9. Pogonin A.O. Principles of formation of autonomous residential buildings in extreme natural conditions [Principy formirovaniya avtonomnyh zhilyh zdaniy v ekstremal'nyh usloviyah prirodnogo haraktera]: avtoreferat dissertacii kandidata arhitektury: 05.23.21. Moscow. 2010. 30 p. (rus)
10. Saprykina N.A. Fundamentals of dynamic shaping in architecture [Osnovy dinamicheskogo formoobrazovaniya v arhitekture]. Moscow: Arhitektura-S. 2005. 311 p. (rus)
11. Principles of formation of sustainable development in architecture [Principy formirovaniya ustojchivogo razvitiya v arhitekture]. T.R. Zabalueva, A.E. Balakina, O.L. Bancerova, A.V. Zaharov. Moscow: Izdatel'stvo MISI-MGSU. 2022. 81 p. URL: <http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2022/89.pdf> (accessed 20.11.2022). (rus)

12. Architectural Bionics [Arhitekturnaya bionika]. pod red. YU. S. Lebedeva. Moscow: Stroizdat. 1990. 269 p. (rus)

13. Kasimova A.R. Architectural formation of ethno-cultural tourist clusters: on the example of the Russian-Kazakh border region [Arhitekturnoe formirovanie etnokul'turnyh turistskih klasterov: na primere Rossijsko-Kazahstanskogo prigranichnogo

regiona]: dissertaciya kandidata arhitektury: 2.1.12. Nizhnij Novgorod. 2021. 482 p. (rus)

14. Nature Workshop [Masterskaya prirody]. Avt. - sost. i avtor teksta Z. Voroncova. Moscow: Izobrazitel'noe iskusstvo. 1981. 32 p. (rus)

15. How spiders fly [Kak letayut pauki] URL: <https://www.nkj.ru/news/26831/> (accessed 20.11.2022). (rus)

*Information about the authors*

**Bantserova, Olga L.** PhD, Assistant professor. E-mail: [olga.bancerova@gmail.com](mailto:olga.bancerova@gmail.com). National research Moscow state University of civil engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26.

**Kasimova, Adema R.** PhD, Assistant professor. E-mail: [adema-23352@inbox.ru](mailto:adema-23352@inbox.ru). National research Moscow state University of civil engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26.

---

*Received 30.11.2022*

**Для цитирования:**

Банцеровва О.Л., Касимова А.Р. Применение биоаналогового метода проектирования при формировании мобильных жилищ // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 4. С. 77–86. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-4-77-86

**For citation:**

Bantserova O.L., Kasimova A.R. Application of the bio-analogue design method in the formation of mobile dwellings for temporary stay. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 4. Pp. 77–86. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-4-77-86