

## ОПТИМИЗАЦИЯ В АРХИТЕКТУРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Архитектурная экология как научное направление в архитектуре сформировалась в процессе эволюции общества и по существу представляет синтез научных дисциплин.

При этом следует рассматривать два направления его развития: физико-биологическое и психо-эмоциональное. Возможность оптимизации определяется следующими положениями: существованием системы и наличием параметров, характеризующих взаимодействия внутренних элементов системы.

В связи с этим ставится вопрос об оптимизации в психо-эмоциональном направлении архитектурной экологии, по-видимому, преждевременно, так как наличие системы в этом направлении не общепринято, а оценки взаимодействия элементов в виде параметров не установлены.

Вопрос об оптимизации в физико-биологическом направлении может быть поставлен, потому что наличие системы в этом направлении установлено и никем не отрицается, а ряд параметров, характеризующих взаимодействия внутри системы, определен и имеет численное значение.

В статье предлагается обобщенная модель системы физико-биологического направления архитектурной экологии. Анализируются различные признаки, присущие системам, применительно к архитектурной экологии.

Необходимость оптимизации обусловлена рядом обстоятельств:

- техногенное развитие общества предполагает постоянное повышение комфортности среды обитания;
- постоянное повышение комфортности приводит к неизбежному внедрению в природу с нанесением ей некоторого вреда;
- общество вводит определенные ограничения на размер наносимого вреда, но при этом не рассматривается вопрос о возможности самовосстановления и необходимости некоторого запаса «надежности».

Эти обстоятельства приводят к необходимости оптимизации, сущность которой состоит в том, чтобы найти баланс между мерой воздействия на природу и уровнем достигаемого комфорта среды обитания.

Обобщенная (укрупненная) схема системы физико-биологического направления представляется в виде: «природа-человек-архитектурный объект». Эти три элемента также рассматриваются как подсистемы, взаимодействующие по определенным закономерностям с различными параметрами. Это деление может быть продолжено до любого уровня, в зависимости от степени изучения процессов взаимодействия.

**Ключевые слова:** архитектурная экология, система и ее признаки, оптимизация, надежность.

## OPTIMIZATION IN ARCHITECTURAL ECOLOGY

*As a scientific direction, architectural ecology was formed in the process of society evolution and essentially represents a synthesis of scientific disciplines. In fact, we should consider two directions in its development: physico-biological and psycho-emotional ones. The possible optimization is determined by the following factors: the existence of the system and the presence of its parameters characterizing the interrelations among the internal elements of the system.*

*In this connection, to raise the question of optimizing the architectural ecology in the psycho-emotional direction is probably premature as the existence of a system in this direction is not generally proved, and the estimation of the elements interaction based on the parameters have not been established yet.*

*The problem of optimization in the physico-biological directions is possible to state because the presence of a system in this direction has been established and is proved by everyone, and a number of parameters characterizing interactions within the system have been determined and have numerical values.*

*The article proposes a generalized model of the system in the physico-biological direction of architectural ecology. The most important features typical in systems applied to architectural ecology are analyzed.*

*The necessity for optimization is determined to a number of factors:*

- technogenic development of society assumes a constantly increasing comfort of the habitat;*
- constant increase in comfort leads to the inevitable introduction into nature with causing some harm to it;*
- the society introduces certain restrictions on the amount of damage, but does not consider the possibility of self-recovery and the necessity for some limits of «reliability.»*

*These assumptions lead to the necessity for optimization, which is, in essence, to find a balance between the measure of impact on nature and the environment and the achieved level of habitat comfort.*

*The generalized scheme of the system for physico-biological direction is represented in the form: «nature-man-architectural item». These three elements are also considered as subsystems interacting according to a number of certain regularities having different parameters. This division can be carried out to any level, depending on the degree of studying the interaction processes.*

**Keywords:** *architectural ecology, system and its features, optimization, reliability.*

Архитектурная экология как направление сформировалась в процессе эволюции общества и в настоящее время рассматривается как система, которая состоит из элементов, взаимодействующих между собой. В связи с этим необходимо использовать давно существующие представления о системном анализе и теории систем [1,2,3], применив основные понятия и определения системологии к экосистемам, в которых архитектурный аспект должен быть преобладающим.

Наиболее простой является система, состоящая из следующих элементов: «природа-человек-архитектурный объект».

Природа – комплекс биологических и небиологических объектов, имеющих определенные параметры и свойства. Этот элемент

должен рассматриваться как подсистема, которая может функционировать самостоятельно при отсутствии других элементов.

Человек – биологический объект, имеющих свойства физиологического и психо-эмоционального характера. Этот элемент не может функционировать без элемента «природа».

Архитектурный объект – искусственно созданное техническое устройство, включающее здания, сооружения, инженерное оборудование и коммуникации.

Далее следует рассмотреть семь признаков системы, в общем понимании по Р. Маколу, применив их к рассматриваемой системе архитектурной экологии.

1. Система создается человеком, который

является связующим элементом между природой и архитектурным объектом. Взаимное влияние между элементами системы осуществляется на физиологическом и психо-эмоциональном уровне. Взаимность влияния на психо-эмоциональном уровне и его особенность состоит в том, что оно может быть негативным, что зависит от нравственного уровня как отдельных людей, так и общества в целом.

2. Система обладает целостностью. Все ее элементы служат достижению единой цели: создание комфортной среды обитания без нанесения вреда природе, а при наличии возможности – улучшения ее функционирования.

3. Система является большой как с точки зрения разнообразия, так и с точки зрения количества параметров, характеризующих ее элементы. Для архитектурной экологии это проявляется в зависимости от рассматриваемого уровня: для одного здания, расположенного на генплане, или для микрорайона, города, зоны и т. д.

4. Система является сложной – изменение одной переменной ведет изменению ряда других, т.е. системе присуща нелинейность: например, изменение температуры воздуха ведет к изменению давления, влажности, температурно-влажностного режима помещения помещений и т. д.

5. Система является полуавтоматической. Тогда допускается возможность существования автоматических или неавтоматических процессов. Например, для архитектурной экологии – регулирование системами отопления и кондиционирования в помещении, регулирование водно-теплого режима территории и пространства.

6. Входные воздействия, а также внутренние связи являются стохастическими. Невозможно предсказать поведение системы на длительный период. Это может объясняться для архитектурно-экологической системы её сложностью и многоступенчатостью. Для отдельных процессов внутри системы могут быть известны закономерности, но для всей системы при последовательно или параллельно протекающих процессах реакция всей системы на входное воздействие характеризуется случайностью. При этом предсказание возможно с определенной вероятностью [4].

7. Система содержит элементы конкурентной ситуации. Конкурентность основывается на причинно-следственных связях и принципа единства и борьбы противоположностей. Данный принцип возможно может быть основой саморазвивающейся системы и наличия в ней способности самовосстановления.

Принципы системного анализа, сформулированные в [6], могут быть применены к модели архитектурной экологии.

1. Цели любого нижнего уровня являются средствами по отношению к средствам верхнего уровня. Например, формирование микроклимата микрорайона (нижний уровень) может служить средством к формированию микроклимата города (верхний уровень).

2. Многовариантный анализ и соответствующая оптимизация при выборе последствий реализации выбранной системы целей. Например, рассмотрение различных вариантов системы отопления помещения или системы их освещения позволяет найти наиболее подходящей для достижения цели – «комфорт» с некоторыми издержками для других целей.

3. Использование количественных и порядковых шкал. Для архитектурной экологии этот принцип (совместно со вторым) приводит к необходимости формировать новые понятия и давать им числовые или экспертные оценки, например, в стандартах и сводах правил [7,8,9].

Архитектурную экологию как систему можно определенным образом характеризовать по основным признакам, используя существующую классификацию систем [10,6,2,11]. По степени сложности она является «особо сложной», так как ее можно расчленить на большее количество подсистем различного уровня. Соответственно, для системы из  $(n)$  элементов количество связей определяется значением  $n(n-1)$  [3].

По типу связей между элементами системы делятся на детерминированные и вероятностные (стохастические). Так как в архитектурно-экологическую систему входят природные и искусственные объекты, обладающие частично случайными свойствами, то ее следует считать «смешанной».

По типу элементов архитектурно-экологическую систему можно классифицировать как материально-абстрактную, так как в нее входят элементы человеческого мышления: психо-эмоциональное восприятие объектов природы и архитектуры.

По типу происходящих процессов архитектурно-экологическую систему надо рассматривать как *динамическую*, так как фактор времени играет важную роль: под влиянием времени происходят количественные изменения.

По принципу взаимодействия с внешней средой архитектурно-экологическую систему следует считать *открытой* (незамкнутой), так как в ней отражаются вопросы техниче-

ские, биологические, социальные, эстетические, экономические и т. д.

По управляемости архитектурно-экологическую систему можно считать адаптивной, то есть с возможностью приспособить ее к достижению определенной цели.

Поскольку рассматриваемая система является многоэлементной с большим числом параметров, их характеризующих, то возникает проблема оптимизации.

Предлагается следующая схема, которая предусматривает введение следующих понятий.

Мера воздействия на природу техногенных процессов, которые, как известно, могут быть как негативными, так и позитивными. Рассматривается система коэффициентов, которые характеризуют негативное или позитивное воздействие. Принимается, что при отсутствии определенного воздействия (i) состоянии «природы» характеризуется коэффициентом ( $k_i=1$ )

В случае негативного воздействия  $k_i < 1$ , а при позитивном –  $k_i > 1$ . Обобщенный коэффициент определяется по формуле

$$k_0 = k_1 * k_2 * k_3 * \dots * k_n,$$

где  $i=1,2,3,\dots, n$  – определяет вид и количество воздействий. Например, виды воздействий: уменьшение растительного покрова, увеличение территории с твердым покрытием, увеличение объема искусственных сооружений в виде зданий различной высоты, увеличение плотности поселений, увеличение количества вредных выбросов в атмосферу и водные источники и т. д.

Эти коэффициенты могут быть установлены по существующим нормам (стандартам) и на основе дальнейших исследований.

В данную систему коэффициентов можно включить коэффициенты, оценивающие влияние техногенных процессов на психо-эмоциональное состояние человека. Тогда обобщенный коэффициент примет смысл природы, включая человека, то есть человек как объект природы. В настоящее время это осуществить затруднительно, так как недостаточно исследований в этом направлении.

Методы воздействия оцениваются величиной  $M_b=1/k_0$ .

Поскольку при преобладании негативных воздействий  $k_i > 1$ , то  $M_b > 1$  (появляется шкала измерения от 1 и более).

Используется понятие «комфорта», включающего физиологические и психо-эмоциональные аспекты воздействия на человека. Поскольку техногенная деятельность человека направлена на повышение комфорта (фи-

зиологического и эстетического), то должна существовать функциональная зависимость между  $M_b$  и  $\Pi_k$ , где  $\Pi_k$  – уровень комфорта. Очевидно, что эта функциональная зависимость должна быть возрастающей: повышение комфорта растет с увеличением воздействий. Вид этой зависимости (линейная или нелинейная) должен быть установлен путем соответствующих исследований.

Вводится понятие «резерв надежности системы» –  $P_n$ . В это понятие вкладывается следующий смысл: по мере увеличения техногенных воздействий на природу, ее способность к самовосстановлению снижается. Появляются критические состояния в процессах, происходящих в природе и человеке. В связи с этим должна существовать функциональная зависимость между  $P_n$  и  $M_b$ . Очевидно, что эта зависимость является убывающей: резерв надежности уменьшается с увеличением меры воздействия.

Поскольку процессы, описывающие зависимости  $\Pi_k \sim M_b$  и  $P_n \sim M_b$ , происходят одновременно, что можно построить целевую функцию  $\Pi_\phi \sim M_b$ , которая будет иметь две ветви: убывающую и возрастающую с минимальным значением ( $\min \Pi_\phi$ ), соответствующему оптимальному параметру  $M_{b,опт}$ . Сущность данного параметра состоит в том, что можно добиться определенного комфорта без существенного вредного влияния техногенных воздействий.

В связи с такой постановкой проблемы (оптимизации функционирования архитектурно-экологической системы) возникает задача обеспечения запаса ее надежности. Смысл состоит в следующем: мера воздействия не должна превышать величин, приводящих к появлению критических состояний и нарушению равновесия, при котором невозможно самовосстановление системы. В связи с этим можно ввести коэффициент запаса ( $\gamma$ ). Тогда допустимая мера воздействия равна –  $M_{b,опт} / \gamma$ . Величина коэффициента запаса устанавливается на основе изучения критических состояний экологической системы на разных уровнях. Знания на низких уровнях позволяет оценить состояние системы на более высоком уровне.

### Заключение

Рассматриваемый подход к архитектурной экологии как системы позволяет представить проблему в «целом» и сформулировать направления и задачи исследований на уровнях подсистем до представлений о ее целостности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бусленко, Н.П. Лекции по теории сложных систем. – М.:Соврадио, 1973. – 440 с.
2. Пугачев, В.С. Теория случайных функций. – М.: Физматгиз, 1960. – 131 с.
3. Чапцов, Р.Л. Теоретические основы построения систем автоматического проектирования: учебное пособие. Ч.1. – Челябинск: Изд. ЧПИ, 1980. – 92 с.
4. Шишмарев, В.Ю. Надежность технических систем: учебн. Для ВУЗов/Шишмарев В.Ю. – М.: изд. центр «Академия», 2011. – 304 с.
5. Системный анализ и основы биосферного мышления (избранные труды)/Молодежный центр интеллектуального развития. – Челябинск: Изд. ТОО «Версия», 1994. – 144 с.
6. Проблема технической кибернетики и прикладной математики: ред. статья Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. М.: 1976. – С.4-8.
7. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – 23 с.
8. СанПин 2.1.2.1002-00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым и общественным зданиям и помещениям. – 16 с.
9. ГН 2.1.6.1338-1339-03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – 5 с.
10. Справочник по системотехнике: пер. с англ. / Под ред. Р. Макола. – 3-е изд., т. 23. – С.475-478.

## REFERENS

1. Buslenko, N.P. Lekcii po teorii slojnih sistem. M. Sovradio 1973. – 440 s.
2. Pugachev, V.S. Teoriya sluchainih funkicii. M. Fizmatgiz 1960. – 131 s.
3. Chapcov, R.L. Teoreticheskie osnovi postroeniya sistem avtomaticheskogo proektirovaniya uchebnoe posobie. Ch.1. Chelyabinsk Izd. ChPI 1980. – 92 s.
4. Shishmarev, V.Yu. Nadejnost tehniceskikh sistem uchebn. Dlya VUZov/ Shishmarev V.Yu. M. izd. centr «Akademiya» 2011. – 304 s.
5. Sistemnii analiz i osnovi biosfernogo mishleniya \_izbrannii trudi./ Molodejnii centr intellektualnogo razvitiya. Chelyabinsk Izd. TOO «Versiya» 1994. – 144 s.
6. Problema tehniceskoi kibernetiki i prikladnoi matematiki: red. statya Izv. ANSSSR. Tehn. kibernetika. M. 1976. – S. 4-8.
7. GOST 30494-96. Zdaniya jilie i obschestvennie. Parametri mikroklimata v pomescheniyah. – 23 s.
8. SanPin 2.1.2.1002-00. Sanitarно-epidemiologicheskie trebovaniya k jilim i obschestvennim zdaniyam i pomescheniyam. – 16 s.
9. GN 2.1.6.1338-1339-03. Predolno-dopustimie koncentracii PDK, i orientirovochno bezopasnie urovni vozdeistviya OBUV, zagryaznyayuschih veschestv v atmosfernom vozduhe naseleennyh mest. – 5 s.
10. Spravochnik po sistemotehnike per. s angl. / Pod red. R. Makola. 3e izd. t.23. – S.475-478.

**Ивашенко Ю. А.,**

доктор технических наук, профессор, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. E-mail: ivashenkoya@susu.ru

**Ivashenko Y. A.,**

doctor of science (build), professor, South Ural State University, s. Chelyabinsk. E-mail: ivashenkoya@susu.ru

*Поступила в редакцию 02.10.2017*