

УДК 684.4.05(045)

ОПТИМИЗАЦИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ: ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Ковалев Ю.Н., д.т.н.,

Шмелева Т.Ф., д.т.н.

Национальный авиационный университет (г. Киев, Украина)

На примере среды обитания, организованной по принципу самоподобия с кодом 4+1 определены корреляции уровней среды, каналов восприятия, психических структур. Полученные результаты использованы для решения задачи оптимизации среды обитания по критериям психологического комфорта, а также задачи повышения эргономической устойчивости эргатической системы.

Ключевые слова: среда обитания, эргатическая система, эргономическая устойчивость, многокритериальная оптимизация.

Постановка проблемы. Создание комфортной среды обитания – «вечная» проблема архитектуры и эргономики, актуальность которой в наши дни лишь возрастает. Одним из способов ее решения является организация тектоничной среды, где структура и принципы функционирования выражены посредством внешних признаков. Тектоника может быть определена геометрически, в частности, посредством самоподобия компонентов среды. Компоненты среды влияют на систему восприятия человека напрямую и ассоциативно, коррелируя с гештальтами, паттернами, и другими психическими структурами. Эти влияния противоречивы для каждой личности, но схожи для представителей одного из психотипов. В этих условиях целью оптимизации является усиление позитивных и ослабление негативных влияний в ходе организации среды обитания – для конкретных личностей или психотипов. Особенностью оптимизации, определяющей невозможность классической постановки оптимизационной задачи, является неопределенность количества критериев комфорта, их субъективность, неоднородность, неформализованность. Это же относится к параметрам среды обитания в целом. Для применения альтернативной стратегии оптимизации, основанной на системном подходе, ключевым является правильное распределение влияний среды по каналам восприятия, а также выявление ассоциаций и корреляций с психическими структурами. Этому и посвящена данная статья, где рассматривается частный, но весьма распространенный принцип организации среды, основанной на самоподобии с кодом 4+1.

Анализ последних исследований и публикаций. Теоретическим аппаратом исследования является теория самоорганизации систем на основе волновой модели С- пространства, методы корреляционного и статистического анализа, экспертных оценок, теории автоматического управления, динамического моделирования [1; 2; 7-10]. Организация системы восприятия человека, определение психотипов, методы тестирования и определения уровня комфорта для жилища обоснованы в [3]. Необходимо усовершенствовать их для применения к среде в целом. Определение геометрических принципов организации архитектурной среды базируется на анализе планировки городов [4]. Исходными данными для определения ассоциативных связей являются данные культурной парадигмы, социальной и административной организации общества, а также эволюции человеческого сознания [3].

Формулирование целей статьи. Целью публикации является изложение результатов исследования прямых и ассоциативных связей компонентов среды обитания с каналами системы восприятия и паттернами психики человека и количественное оценивание факторов, влияющих на организацию среды обитания, для оптимизации среды обитания и повышения эргономической устойчивости системы.

Основная часть. Структура системы восприятия приведена на рис. 1 [3].

УРОВНИ И ОБЕКТЫ ВОСПРИЯТИЯ	ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОСПРИЯТИЯ	КАНАЛЫ И ИХ КОЛИЧЕСТВО
<ul style="list-style-type: none"> Уровень 1 – единство 	<ul style="list-style-type: none"> Человек и среда не выделены как части, однако возможность обособления потенциально существует 	<ul style="list-style-type: none"> Интуиция 1
<ul style="list-style-type: none"> Уровень 2 – обособление. 	<ul style="list-style-type: none"> Осознание человеком себя как самодостаточного целого, отделенного от мира. 	<ul style="list-style-type: none"> + Эго (инсайт, гомеостаз) 1
<ul style="list-style-type: none"> Уровень 3 – воздействия и реакции 	<ul style="list-style-type: none"> Воздействие на окружающий мир, ответные реакции. 	<ul style="list-style-type: none"> + Воля и рассудок 2 (воздействие – реакция, «хорошо» или «плохо»)
<ul style="list-style-type: none"> Уровень 4 – пространство и время 	<ul style="list-style-type: none"> Упорядочивание воздействий и реакций по категориям пространства и времени. 	<ul style="list-style-type: none"> + Желания, чувства и ум 2*3 (отслеживанию форм и изменений; язык)
<ul style="list-style-type: none"> Уровень 5 – цвета, звуки, ароматы и т.п. 	<ul style="list-style-type: none"> Упорядочивание восприятий органами чувств 	<ul style="list-style-type: none"> + Ощущения и 2*3*5 (?) эмоции
<ul style="list-style-type: none"> Уровни 6, 7 – оттенки цветов, тона звуков и т.п. 	<ul style="list-style-type: none"> Различение тонов и нюансов 	<ul style="list-style-type: none"> Ощущения и 2*3*5*8 (?) эмоции

Рис.1. Структура системы восприятия человека

Если архитектор закладывает в свой проект код 4+1 так, чтобы он манифестировался во внешних признаках, воспринять его сможет любой человек, ноотреагирует по-разному: для созерцателей включается интуитивное восприятие, для остальных в действие вступает ас-

социативное мышление, приводящее в действие структуры психики человека. Как же распознается этот код на разных уровнях сознания?

1. *Интуитивный уровень – религиозно-мистические представления.* Здесь наиболее ярким образом является небесный Иерусалим, который должен спуститься на землю в конце времен – квадратный в плане город с храмом в центре. Монастыри часто строились по тому же плану, например Соловецкий монастырь. Современные художники изображают небесный Иерусалим в виде куба – 4 грани и Божественный свет внутри (рис. 2).



Рис. 2. Небесный Иерусалим и Соловецкий монастырь

Человек рациональный, знакомый с Апокалипсисом, ассоциирует код 4+1 с верой, надеждой, любовью, миром, благодатью. Человек созерцательный воспринимает их интуитивно. Оба испытывают приятные и комфортные ощущения.

2. *Уровень эго*, предполагающий выделение объекта на фоне, также хорошо вписывается в код 4+1, где 1 рассматривается как выделенный объект, а 4 образует фон.

3. *Уровень воли и рассудка* представлен магией, натурфилософией, сакральной космо- и географией.

Принцип магии – «что вверху, то и внизу»; как земное отражение небесного порядка, символом Матери-Земли выступает квадрат или ромб, разделенный на 4 части с точкой пересечения в центре; в натурфилософии символом стихии земли служит квадрат (рис.3).

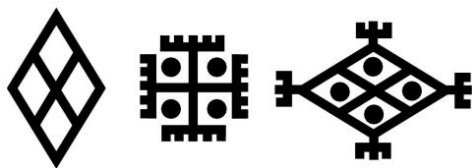


Рис. 3. Земля на древнейших изображениях

В сакральной космографии также виден код 4+1: пятая сторона света – мир мертвых, не существующий на четырехугольной земле живых; пятый сезон года – бабье лето, отсутствующее в календарях.

Этот же код представлен и в сакральной географии. Например, Ирландия делилась на четыре королевства (Улад, Коннахт, Лейнстер, Мунстер), а в центре страны и мира располагалась область Верховного Короля – Миде), причем ее уникальность подчеркивалась расположением королевского дворца на священном холме Тара с установленным символом плодородия. На другом конце мира Тауантинсуйу, государство инков, означает «соединенные четыре сторон света». На север от города Куско, центра культа Солнца и столицы (в переводе – «Пуп Земли»), располагалась Чинчасуйю, на востоке – Антисуйю, на юге – Кольясуйю и на западе – Контисуйю. В середине центрального двора Кориكانчи находился камень – символ плодородия. Реальное расположение ирландских королевств и провинций инков отличалось от сакрального, но сама попытка внедрить в реальную географию код 4+1 (или «освятить» им сложившуюся ситуацию) говорит о восприятии кода как комфортного.

4. *Уровень рационального мышления* проявляется в упорядочивании форм в пространстве и времени. В современной картографии существует так называемая квинкунциальная проекция Пирса, отображающая поверхность сферы в квадрат, причем присутствуют и четыре квадрата, и деление диагоналями, и центральная точка (рис. 4) – код 4+1 в его «классическом» виде.

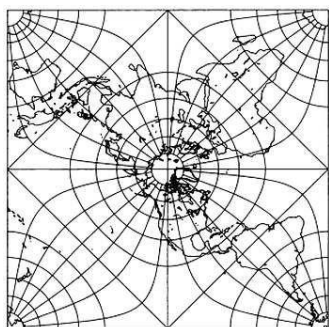


Рис.4. Проекция Пирса



Рис. 5. Иерусалим прямоугольный

Самоподобие с сохранением кода 4+1 часто применяется для построения других уровней среды обитания – городов, районов, кварталов, ансамблей, зданий, отдельных помещений. Можно привести много рациональных аргументов в пользу такой организации – равномерное заполнение местности, экономия средств на проектировании и унификации конструкций, технологичность, легко организуемая транспортная сеть и т.д., складывающихся в ощущение комфорта на этом уровне. Итак, уровень *города*. Один из старейших городов мира – Иерусалим – претендует на статус центра мира и изображается

четырёхугольным (рис. 5), хотя на самом деле выглядит совсем по-другому. Сакральным центром города является Храмовая гора (Мория), где некогда стоял Соломонов храм.

Районы также легко распланировать как квадраты или четырёхугольники. В качестве центров могут выступать также административные здания, музеи, театры и т.п., по своему стилю, размерам и архитектурным решениям выделяющиеся среди окружения. Количество районов в древности часто было равно 4+1, и это отражало *социальную структуру*: в «запретном городе» пребывал царь, далее район главного храма, военный гарнизон, район ремесленников (рабы либо селились у своих господ, либо вне города, как и монахи). Подобная структура не является «хорошей для всех», но она «наименьшее зло», поскольку естественным образом складывается обществе, свободном от эгалитаризма. Ее даже можно считать оптимальной – жизнь среди людей, имеющих схожие способы взаимодействия со средой, мировоззрение, статус, привычки, образование, род деятельности, уровень доходов гораздо комфортнее положения «мещанина во дворянстве», вызывающего сильнейший когнитивный диссонанс.

Следующий уровень – *кварталы* также сохраняют код 4+1. Такая планировка использовалась и в древности, и в настоящее время (рис. 6).



Рис. 6. Эшампле – район Барселоны, Испания



Рис. 7. Жилищный комплекс в Сингапуре

Кварталы включают ансамбли и отдельные здания. Чаще всего

они имеют прямоугольную или квадратную в плане форму – иногда из идеологических соображений (как храм Соломона в Иерусалиме), но чаще ввиду ее технологичности (рис.7). В каждом из них также можно определить выдающийся элемент, т.е. код 4+1 имеет место быть.

Последний уровень – *отдельные помещения*. По многим причинам большинство из них прямоугольные; имеются и выделенные зоны, иногда сакральные – «красный угол» – но чаще вполне светские – телевизор, камин и т.п. Код 4+1 присутствует и здесь (рис. 8).



Рис. 8. Большинство помещений – прямоугольники

Во избежание монотонности, приведем примеры других рациональных алгоритмов заполнения пространства, сохраняющих код 4+1.

Заполнение среды сводится к решению задачи замощения.

А. В самых простых случаях можно ограничиться совмещением перемещений и поворотов прямоугольных плиток вдоль прямых или кривых линий, как горизонтальных, так и вертикальных (рис. 7).

Б. Как обобщение, для линейных планировок целостность среды обеспечивает 31 вид «бордюрной» симметрии [5]. Один из таких видов, или их комбинация может повторяться также вдоль кривой линии. Эту схему можно использовать при планировании зданий, кварталов (рис. 9), городов, вытянутых вдоль дороги, реки или побережья.

В. При планировании на плоскости могут применяться 17 групп замощения (Федоровских) (рис. 10, [6]), или их комбинации, что позволяет получить не только регулярные, но и квазирегулярных структуры ансамблей, кварталов, городов.

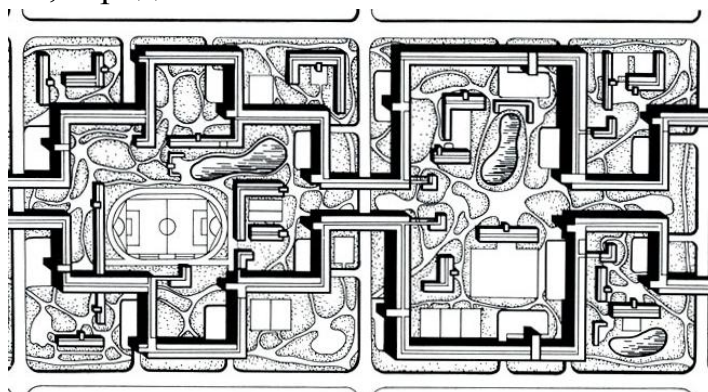
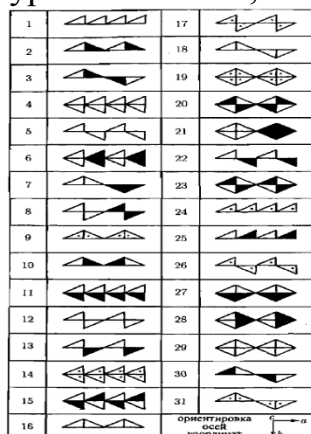


Рис. 9. «Бордюрные» симметрии

Правила А-В также целесообразны при организации рабочих мест в офисах, расстановке столов и стульев в кафе и т. п.

Г. При планировании на выраженном рельефе, а также при необходимости в квазирегулярных структурах, можно использовать Федоровские группы, в комбинации с теми или иными фрактальными преобразованиями (рис. 11).

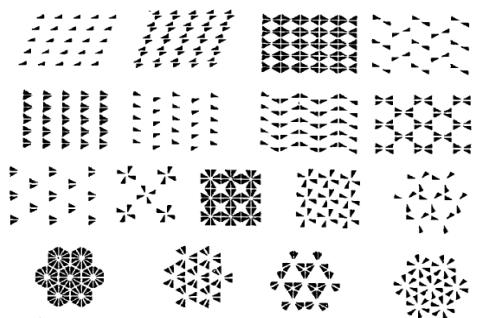


Рис. 10. Федоровские группы

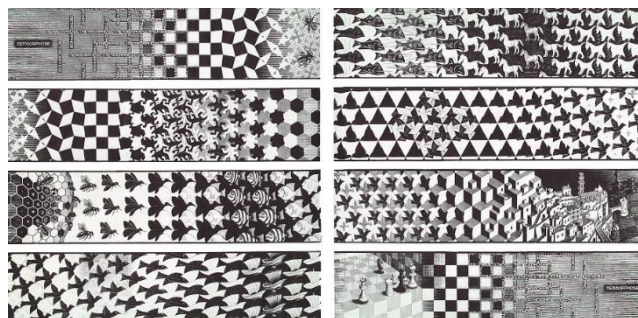


Рис. 11. Совмещение групп и преобразований на картинах Эшера

5. *Уровень сенсорных восприятий.* Экстероцепторы, ввиду преобладания зрения, также имеют код 4+1. Это обстоятельство позволяет создавать разнообразные варианты оформления, подчеркивающие тектонику среды обитания: один основной цвет и пять дополнительных, один цвет и четыре аромата и т.д., вызывающие необходимые позитивные ассоциации. При этом следует обеспечить условия окружающей среды, освещения и звукового покоя согласно ДБН и САН-ПиН.

Таким образом, среда обитания с кодом 4+1 может быть весьма комфортной, что и подтверждается ее широким распространением.

Теперь опишем основные этапы оптимизации среды по критериям психологического комфорта.

1. В соответствии с описанным выше примером, воздействия среды обитания группируются по уровням и каналам восприятия.

2. Аналогично классифицируются связанные с ними критерии психологического комфорта, образуя систему групповых и частных показателей. Частные показатели не ранжируются.

3. Эксперты, представляющие фокус-группу, отбираются по результатам тестирования и не ранжируются; в зависимости от поставленной задачи, они оценивают качество среды в целом, набор групповых или частных показателей по 5-балльной шкале.

4. Если не производилась оценка групповых показателей, они рассчитываются как среденарифметические по частным показателям. Оценка среды рассчитывается по формуле:

$$O = k_1o_1 + k_2o_2 + k_3o_3 + k_4o_4 + k_5o_5,$$

где k_i – коэффициенты, определяемые исходя из условий целостности среды [2] или предпочтений фокус-группы [3]; o_i – оценки групповых

показателей.

В результате становятся видны «слабые места» среды обитания, а также вклад тех или иных показателей в общее ощущение комфорта.

5. Ограниченные ресурсы, выделенные на организацию или улучшение среды обитания, распределяются по «слабым местам» и тем показателям комфорта, которые вносят наибольший вклад в общую оценку. Таким способом обходятся все условия, делающие невозможной классическую оптимизацию и избегается необходимость в решении переборной задачи.

В заключение остановимся на аналогичной задаче *повышения эргономической устойчивости* эргатической системы (эргономическая устойчивость – обеспечение комфортных условий в системе «среда обитания-личность» при влиянии неоднородных внешних и внутренних факторов среды). Использование стратегии 1-5 в этом случае опирается на следующие результаты:

- системный анализ, классификация и корреляционный анализ факторов, влияющих на личность в среде обитания $L = \{l_{ij}\}$ [7];
- диагностика и количественное оценивание факторов комфортности с помощью метода экспертного оценивания. Определение классов систем предпочтений индивидуума $S = \{s_{ij}\}$ в среде обитания в зависимости от уровней восприятия $U = f(S; L)$, где $S = \{s_{ij}\}$, $L = \{l_{ij}\}$;
- дискретный мониторинг психоэмоционального состояния личности под влиянием факторов комфортности $F = f(S; L; U; T)$, $T = t_k$, $S = \{s_{ij}\}$, $U = f(S; L)$ [8];
- определение функциональной устойчивости эргатической системы «среда обитания-личность» с помощью методов динамического моделирования [7; 8];
- коррекция среды обитания с помощью эргономических подходов.

В частности, проведен социотехнический анализ аэронавигационной системы, в результате которого классифицированы и систематизированы разнородные факторы, влияющие на принятие решений (индивидуально-психологические, социально-психологические и психофизиологические). Получена модель принятия решений с учетом информационного процессора рефлексивного выбора для диагностики и прогнозирования развития полетной ситуации (выбор в сторону положительного/отрицательного полюса) во внестатных ситуациях: диагностика индивидуально-психологических и социально-психологических факторов и мониторинг психофизиологических факторов. Разработан метод обобщения неоднородных факторов и методология моделирования развития аварийной ситуации, с помощью которой рассчитаны сценарии развития полетной ситуации, теоретически

доказаны предпосылки возникновения катастрофической ситуации. Получены детерминированные, стохастические, нейросетевые, марковские, GERT-модели принятия решений оператором в экстремальных ситуациях в условиях стохастического рефлексивного биполярного выбора. Разработана методика анализа принятия решений, основанная на алгоритмическом структурно-логическом подходе к моделированию деятельности операторов в условиях многокритериального выбора. Разработаны модели диагностики эмоционального состояния пилота при управлении в экстремальных ситуациях пилотирования [8-10].

Выводы. Классифицированы факторы среды обитания по их воздействию на систему восприятия человека, как прямому, так и ассоциативному; определены корреляции их воздействий на психические структуры человека. Это дает возможность определить относительный вклад факторов среды в состояние комфорта или дискомфорта человека и определить пределы эргономической устойчивости для эргатических систем. Приведена стратегия оптимизации среды обитания, позволяющая обойти ограничения классической оптимизации (неопределенность количества, субъективность, неоднородность показателей). Показано, что она может применяться и для повышения эргономической устойчивости эргатических систем, опираясь на результаты соответствующих исследований.

Литература

1. Ковалев Ю.Н. Геометрическое моделирование эргатических систем: разработка аппарата / Ю.Н. Ковалев. – К.: КМУГА, 1996. – 134 с.
2. Мхитарян Н.М. Эргономические аспекты сложных систем / Н.М. Мхитарян, Г.В. Бадеян, Ю.Н. Ковалев. – К.: Наукова думка, 2004. – 599 с.
3. Ковалев Ю.Н. Самоорганизация сознания человека и изображение пространства в произведениях живописи от палеолита до Ренессанса / Ю.Н. Ковалев, Н.М. Мхитарян, А.Ю. Ницын. – К.: ДІА, 2014. – 236 с.
4. Саваренская Т. Ф. Западноевропейское градостроительство XVII-XIX веков / Т.Ф. Саваренская. – М.: Стройиздат, 1987. – 192 с.
5. Берже М. Геометрия / М. Берже. – М.: Мир, 1984. – тт. 1, 2.
6. Шубников А. В. Симметрия в науке и искусстве. / А. В. Шубников, А. М. Копчик. – М.-Ижевск: Ин-т комп. исслед., 2004. – 560 с.
7. Шмельова Т.Ф. Науково-методологічні основи моделювання підтримки прийняття рішень в аеронавігаційній системі: дис.... доктора техн. наук: 05.22.13 / Т.Ф.Шмельова. – К., 2013. – 418 с.

8. Харченко В. П. Прийняття рішень в соціотехнічних системах: монографія / В. П. Харченко, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда. – К. : НАУ, 2016. – 308 с.
9. Shmelova T.F. Intellectual automated control of human state monitoring systems / T.F. Shmelova, Yu.N. Kovalyov, O.S. Sechko, O.V. Shostak, M.V. Vasyliiev // 7th World Congress „Aviation in the XXIst century. Safety in Aviation And Space Technologies” NAU, Sept.21, 2016. – P.3.5.21–3.5.25.
10. Shmelova T. Models of personality and activities of Remotely Piloted Aircraft System’s operator / T. Shmelova, Y. Kovaluov, V. Shostak // 4th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC-2016). 2016 IEEE 4d International Conference. Kyev, 18-20 October 2016.: Proceeding. – P.121-125.

ОПТИМІЗАЦІЯ СЕРЕДОВИЩА ПЕРЕБУВАННЯ: ПСИХОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ

Ковальов Ю.М., Шмельова Т.Ф.

На прикладі середовища перебування, організованого за принципом самоподібності з кодом 4 + 1, визначено кореляції рівнів середовища, каналів сприйняття, психічних структур. Отримані результати використані для вирішення задачі оптимізації середовища перебування за критеріями психологічного комфорту, а також задачі підвищення ергономічної стійкості ергатичної системи.

Ключові слова: середовище перебування, ергатична система, ергономічна стійкість, багатокритеріальна оптимізація.

OPTIMIZATION OF HABITAT ENVIRONMENT: PSYCHOLOGICAL ASPECT

Kovaluov Y., Shmeleva T.

Based on the self-similarity principle with code 4 + 1, the correlation of environmental levels, perception channels, and psychic structures was determined using the example of a habitat environment. The obtained results were used to solve the problem of optimizing the habitat environment according to the criteria of psychological comfort, as well as the problem of increasing the ergonomic stability of the human-machine system.

Key words: habitat environment, human-machine system, ergonomic stability, multicriterial optimization.