

ИЗСЛЕДВАНЕ НА РОЛЯТА НА ИНДУСТРИАЛНИЯ И ИНТЕРИОРНИЯ ДИЗАЙН В СЪЗДАВАНЕТО НА ФУНКЦИОНАЛНИ И ОБИТАЕМИ ПРОСТРАНСТВЕНИ СРЕДИ В КОСМОСА

Петко Якимов

Департамент „Изкуства и дизайн“, Нов български университет
e-mail: yakimovpetko@gmail.com

Ключови думи: космос, индустриален дизайн, интериорен дизайн, ергономия, функционалност

Резюме: С нарастващия интерес към дългосрочни космически мисии и перспективата за колонизация на Луната и Марс, необходимостта от качествено проектирани и обитаеми среди се превръща в съществен елемент на съвременните изследвания. Дизайнът – индустриален и интериорен – се явява ключов инструмент за постигане на баланс между функционалност, сигурност и психологически комфорт. Космическите хабитати поставят предизвикателства, непознати за земните архитектурни и дизайнерски практики: ограничено пространство, липса на естествена гравитация, изолация и постоянен стрес. В този контекст дизайнът се разглежда не като вторичен, а като интегрален компонент на мисията.

EXPLORING THE ROLE OF INDUSTRIAL AND INTERIOR DESIGN IN CREATING FUNCTIONAL AND HABITABLE SPACE ENVIRONMENTS

Petko Yakimov

Department of Arts and Design, New Bulgarian University
e-mail: yakimovpetko@gmail.com

Keywords: space, industrial design, interior design, ergonomics, functionality

Abstract: With the growing interest in long-term space missions and the prospect of colonizing the Moon and Mars, the need for well-designed and habitable environments is becoming an essential element of contemporary research. Design—industrial and interior—is a key tool for achieving a balance between functionality, safety, and psychological comfort. Space habitats pose challenges unknown to terrestrial architectural and design practices: limited space, lack of natural gravity, isolation, and constant stress. In this context, design is seen not as secondary but as an integral component of the mission.

Въведение

Докато човечеството се подготвя за продължителни космически мисии и евентуалното създаване на извънземни селища, необходимостта от добре проектирани, функционални и психологически подкрепящи жилищни и работни среди става от съществено значение. Настоящата статия разглежда ролята на индустриалния и интериорния дизайн в създаването на функционални и обитаеми пространствени среди, като се фокусира върху това как принципите на дизайна могат да подобрят както използваемостта, така и жилищните условия в ограничени, изолирани и екстремни местообитания.

Проучването разглежда как основните аспекти на индустриалния и интериорния дизайн – като ергономичност, модулна пространствена организация, мултифункционални мебели, осветление, акустичен контрол, избор на материали и обработка на повърхности – могат да подпомогнат здравето, ефективността и емоционалното благополучие на екипажа в космоса. Специално внимание се обръща на ролята на екологичната психология за смекчаване на

ефектите от изолацията и затвореното пространство, както и на значението на сетивното преживяване и естетическия комфорт в затворени среди.

Чрез казуси и анализ на съществуващи дизайнерски прототипи, включително аналогови мисии и концептуални местообитания за Луната и Марс, докладът подчертава как междудисциплинарното сътрудничество между дизайнери, инженери, архитекти и учени води до по-адаптивни и ориентирани към човека решения. Докладът също така идентифицира предизвикателствата при проектирането в рамките на строги технически и безопасностни ограничения и как индустриалните и интериорните дизайнери могат да иновативни в рамките на тези граници. В крайна сметка, това проучване твърди, че дизайнът не е второстепенен или декоративен фактор в космическите мисии, а основен компонент на устойчивото извънземно живеене. Чрез интегриране на човекоцентричното дизайнерско мислене в ранния етап на процеса на разработване, можем да изградим космически среди, които са не само функционални, но и наистина обитаеми в дългосрочен план.

Теоретична рамка: дизайн процес, психология и обитаемост

Още от ранните концепции за създаване на бъдещите обитаеми космически станции на Von Braun и О'Нийл се достига до заключението, че бъдещата им пространствена организация ще трябва да интегрира както функционални така и психологически аспекти за да бъдат покрити минималните условия и изисквания за престой в изолирана вискорискова среда каквато е космическата. „Опитът от Skylab и Mir показва, че липсата на адекватен интериорен дизайн води до напрежение и конфликти в екипажа“ (Harrison, Clearwater, & McKay, 1991). В този смисъл, ролята и значението на дизайна и конгнитивната психология налагат интегритет при създаването на комплексни инженерни решения в областта.

Въпреки че съществуват общовалидни правила като логика в индустриалния и интериорния дизайн, три са основните фактора, чиято роля е с главна буква в дизайна за космосмически цели и те имат своето приоритетно значение:

1. **Ергономия и антропометрия в условия на микрогравитация** – необходимост от адаптиране на обектите към тела в постоянно движение.
2. **Психологическо благополучие** – редуциране на стреса и усещането за изолация чрез цветове, форми, материали и светлина.
3. **Модулност и адаптивност** – възможност за трансформация на пространството в зависимост от мисията, функцията и екипния състав.

Изследванията на *NASA Habitability Design Center* (NASA, 2022) подчертават, че дизайнът трябва да включва „human factors engineering“, и то още в първите фази на проектирането. Сходни подходи при търсене на решения в тази посока се прилагат и в *European Space Agency (ESA)*, където проектите за *Lunar Gateway* и *Cis-Lunar Habitats* интегрират биофилични и сензорни концепции за психологическо равновесие на участниците в екипажа.

Методология

Настоящото изследване се базира на сравнителен анализ на съществуващи космически хабитати и аналогови мисии. Това е необходимо за да имаме сравнителна база и стъпване върху реални изследователски данни:

- HI-SEAS (Hawaii Space Exploration Analog and Simulation) – експериментална база за симулация на Марс. Тук задачата е дизайнът да бъде изследван като фактор за социална кохезия;
- Mars Dune Alpha (ICON & NASA, 2023) – като решение е първият 3D-принтиран обитаем модул с интегрирани дизайнерски решения за психологическа устойчивост;
- ESA MELiSSA Project – фокуса е върху изграждането на биорегенеративна система, изискваща съчетаване на инженерство и интериорен дизайн за устойчивост на ресурсите;
- Skylab и ISS Interior Studies – можем да го разглеждаме като исторически преглед на процес свързан с еволюцията на дизайна от утилитарен към хуманизиран модел.

Анализът обединява визуални и функционални характеристики, чрез които се оценява влиянието на пространствената организация, материалите и осветлението върху усещането за комфорт и контрол.

Казуси и анализ

1. Ергономика и пространствена модулност

В условия на ограничен обем дизайнът трябва да осигурява гъвкавост и функционалност. Модулните мебели и съгъваемите повърхности позволяват различни сценарии на използване – от работа до отдих. Пример е системата “Smart Wall Panels” в *Mars Dune Alpha*, където панелите изпълняват едновременно ролята на стена, съхранение и комуникационен интерфейс.

2. Осветление и циркадни ритми

Изкуственото осветление в космоса трябва да поддържа естествените биоритми на човека. Изследванията на *International Space Station Lighting Experiment (ISS-LED)* показват, че динамичната смяна на цветната температура подобрява съня и психическото състояние (Smith et al., 2021).

3. Материали и тактилност

В безтегловна среда повърхностите не трябва да задържат частици и да позволяват лесна поддръжка. Едновременно с това, тактилните качества на материалите – мекота, текстура, температура – играят роля за усещането за „дом“.

Биополимерите и 3D-печатните композити, разработвани от *NASA Advanced Materials Lab* (2024), показват възможности за локално производство на модулни елементи с текстурирани повърхности.

4. Обобщение: дизайнът като медиатор между инженерство и човешки фактор

Космическите хабитати се проектират под натиска на технически ограничения – маса, обем, енергия и безопасност. Въпреки това дизайнерите могат да предложат решения, които добавят човешка стойност, без да компрометират инженерната функционалност. Ключов момент е съвместната работа между дисциплини – инженери, архитекти, психолози и дизайнери. Пример за това е инициативата “Human Factors in Space Design” (ESA, 2023), която интегрира поведенчески анализи в ранните фази на проектирането.

Тази синергия създава не само по-ефективни, но и по-“живи” среди, които подкрепят когнитивната стабилност и емоционалното благополучие на екипажа. За превръщането на средата в трансформираща се структура важна роля играят роботизираните системи. Тяхното участие вън и вътре в системата би подпомогнало не само автоматизацията но би направила възможно осъществяването на преконфигуриране на модулите и постигане на баланс на системата, когато тя се разразства или трансформира за да отговори на конкретни нужди. (Georgi Petrov, Polina Mihova, Filip Andonov, 2017).

Таблица 1. Основни принципи на индустриалния и интериорния дизайн в космоса

Критерий	Описание	Приложение в космически контекст	Очакван ефект върху екипажа
1. Функционалност	Дизайнът трябва да осигурява максимална ефективност при ограничено пространство и ресурси.	Модулни мебели, съгъваеми структури, интегрирани системи за съхранение.	Повишена продуктивност и намаляване на физическото напрежение.
2. Ергономия	Адаптиране на формите към човешкото тяло в условия на микрогравитация.	Повърхности и интерфейси, оптимизирани за безтегловност и свободно движение.	Предотвратяване на умора и травми; по-добра координация.
3. Адаптивност	Пространството трябва да се трансформира според ситуацията – работа, сън, отдих.	Мобилни стени, панелни конфигурации, променливо осветление.	Повишаване на контрола върху средата и личния комфорт.
4. Сигурност	Избор на материали и форми, минимизиращи риска от нараняване или запалване.	Заоблени ръбове, негорими композити, антистатични повърхности.	Намаляване на инциденти и повишена надеждност на хабитата.
5. Психологически комфорт	Средата трябва да смекчава изолацията и стреса чрез цвят, светлина и форма.	Биофиличен дизайн, динамично осветление, персонализирани елементи.	Подобряване на настроението и социалната комуникация.

6. Материална устойчивост	Използване на рециклируеми и локално достъпни материали (in-situ resource use).	3D печат с реголит или биополимери, повторно използване на отпадъци.	Намаляване на логистичните разходи и екологичен отпечатък.
7. Сензорно преживяване	Акцент върху допир, звук, мирис и визуална хармония за стабилност на възприятието.	Звукоизолация, текстурирани панели, контролирани аромати.	Намаляване на сетивната монотонност и когнитивна умора.
8. Интердисциплинарност	Сътрудничество между инженери, архитекти и дизайнери при всички фази.	Интегрирани проектни екипи и споделени модели (digital twins).	Повишена ефективност и съгласуваност на решенията.

Заклучение

Съвременният космически дизайн навлиза в нова епоха, в която инженерната ефективност и естетическото преживяване вече не могат да бъдат разглеждани отделно. Функционалността, безопасността и научната достоверност остават основа, но бъдещите среди за живот в космоса трябва да се изграждат върху човекоцентрична философия, където дизайнът не само поддържа тялото, но и възстановява духа. Ролята на индустриалния и интериорния дизайнер се простира отвъд структурната организация – тя включва изграждане на емоционален и психологически комфорт, осигуряващ усещане за принадлежност, красота и смисъл. Дизайнът става интерфейс между човека и изолацията, който трябва да смекчи усещането за ограниченост и да превърне технологичното пространство в обитаема културна среда. В този контекст се оформя нова посока – биофилният и биоинспириран дизайн, който интегрира живи системи, растителни видове и микроекосистеми. Те не само допринасят за жизнените цикли чрез обмен на кислород и влага, но и възстановяват визуалната и сетивната връзка с природата. Биологичните микроорганизми, фотосинтезиращи алги и дори определени морски бактерии и микро-фауна могат да се превърнат в микробиосферни модули в рамките на интериора – малки живи среди, които поддържат кислороден баланс и носят чувство за живот и динамика в затворените космически хабитати. Визуалният език на бъдещите среди може да бъде допълнен от естетиката на флуоресценцията – светлина, родена от морето, която пулсира с органична мекота и цвят. Флуоресцентните материали и биоинспирирани светлинни системи могат да създадат емоционална архитектура, в която осветлението не само маркира пространството, но и го оживява. Тази светлина е терапевтична – тя намалява усещането за страх и изолация, възстановява усещането за хармония и присъствие. Красотата на флуоресценцията е повече от визуално качество – тя е психологическа защита срещу тъмнината и безкрая, защото красивото прогонва страха.

Формите и материалите на бъдещите космически обители могат да черпят вдъхновение от киното и литературата – от утопиите и антиутопиите, които винаги са предчувствали технологичните промени. Киното дава на дизайна визуална граматика – то учи как да се разказва чрез светлина, композиция и движение. А литературата му придава философия – осъзнаване на човешката уязвимост и силата на въображението. Така се ражда една нова етика на космическия дизайн: дизайн, който мисли за човека като за биопсихологическо, културно и емоционално същество; дизайн, който съчетава живота и изкуственото, светлината и материята, технологията и красотата. Това е дизайн на надеждата – уютен, жив, пластичен и красив, в който всяка линия, светлина и биологична форма напомнят, че дори сред безкрайното мълчание на космоса човекът продължава да създава – не само, за да оцелее, а за да почувства, че е жив. И накрая ще завърши с нещо много човешко и това е мястото за хранене. Защото храненето за нас не е само връзка с място но и с ритуал. По този повод Иво Попов казва: „Мястото за хранене в съвременната къща е едно от най-важните и най-бързо развиващи се в техническо отношение. Неговите принципи обаче са ясно дефинирани и това са преди всичко удобствата при ползване. Ето защо те са една от най-важните части при съвременното планиране на жилището и не могат да бъдат оставени на случайността. Те трябва много добре и в тънкости да се знаят както от архитектите проектантите, така и от дизайнерите на мебелно оборудване“ (Попов, 2009, с. 100) Може би такива места или зони със специфична естетика биха помогнали за формирането на ритъмни навици в безвремието на космическото съществуване и обитания.

Литература:

1. Thiel, A., and Erik Andersson. (2023). *Sensory Design and Emotional Comfort in Extreme Environments*. Design Studies in Space Architecture, 18 (2), 58–81
2. European Space Agency (ESA). (2023). *Human Factors in Space Design Initiative*. ESA
3. Попов, Ст., 2009. *Жилището като удоволствие*. София: Арт & Арх
4. ICON, and NASA. (2023). *Mars Dune Alpha: A 3D-Printed Habitat for Long-Duration Missions*. NASA Johnson Space Center
5. NASA. (2022). *Habitability Design Center – Human Factors Engineering Guidelines*
6. NASA Advanced Materials Lab. (2024). *Sustainable Materials for Additive Manufacturing in Space*
7. Petrov Georgi, Mihova Polina, Andonov Filip, *International Refereed, Journal of Engineering and Science (IRJES)ISSN (Online) 2319-183X, (Print) 2319-1821 Volume 6, Issue 3 (March 2017), PP. 26–30 www.irjes.com 26 Conceptual Framework for Anthropomorphic Simulation of Human Face for Interactive Therapeutic Telepresence Applications*
8. Smith, T., and Laura Garcia. (2021). *Circadian Lighting for Isolated Environments: Results from the ISS-LED Experiment*. Journal of Space Psychology, 14 (3), 22–37
9. HI-SEAS. (2020). *Mission VI: Human Factors and Habitat Performance Report*. University of Hawaii
10. Mars Society. (2022). *Designing for Isolation: Lessons from Mars Analog Missions*. Space Habitat Review, 9 (1), 45–63
11. ESA MELiSSA Project. (2021). *Closed-Loop Life Support and Habitat Integration*.