

# ASPECTE ANTICIPATIVE ALE EVOLUȚIEI LOCUIRII EFICIENTE ENERGETIC/ PROGNOSTIC ASPECTS OF THE EVOLUTION OF ENERGY EFFICIENT HOUSING

Tetyana KASHCHENKO, conf. dr./ assoc. prof. PhD.

kash-ta@ukr.net

Universitatea Națională de Construcții și Arhitectură din Kiev, Kiev, Ucraina/  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

## Rezumat

Paradigma arhitecturii moderne are intenția de a integra mediul arhitectural-energetic cu complexitatea caracteristicilor sale funcționale, compoziționale și estetice. Analiza activității arhitecturii moderne arată că eficiența energetică este unul dintre factorii cei mai importanți în construirea mediului arhitectural. Luarea deciziilor arhitecturale pe baza conceptului de eficiență energetică devine una dintre principalele arii de studiu în arhitectură. Transformarea formei și a structurii locuințelor este din ce în ce mai mult legată de natura balanței energetice și a tipului de energie folosită. Evoluția furnizării de energie pentru locuințe se caracterizează prin trecerea de la utilizarea nereglementată a resurselor de energie naturală la metodele științifice de obținere, acumulare și transformare a energiei.

## Abstract

The paradigm of modern architecture is the integrity intention of the architectural - energy environment with its inherent complex of functional, compositional and aesthetic characteristics. The analysis of modern architectural activity shows that energy efficiency is one of the most influential factors in the formation of the architectural environment. Rationalization of architectural decisions on the basis of energy efficiency becomes one of the main leading areas in architecture. Transformation of the form and structure of housing is increasingly linked to the nature of the energy balance and the types of energy used. The evolution of energy supply of housing is characterized by the transition from unregulated use of natural energy revenues to scientifically grounded methods of obtaining, accumulation and transformation of energy.

În arhitectură și construcții sunt furnizate rezerve suplimentare de energie prin utilizarea rațională a ei, datorată caracteristicilor corespunzătoare ale formei arhitecturale. Caracteristicile funcționale, planimetrice, volumetrice, structurale și tehnologice ale obiectului proiectat sunt integrate cu eficiența energetică. Parametrii formei casei afectează direct eficiența energetică. Includerea eficienței energetice pe lista caracteristicilor după care se face clasificarea clădirilor dă posibilitatea analizării și să determinării tipului de energie, felul în care se transformă și se folosește în casă și gradul de eficiență energetică.

#### **Cuvinte cheie/ Keywords**

mediu arhitectural, locuire, eficiență energetică, prognostic/  
architectural environment, housing, energy efficiency, prognostic

### **Prognostic în cercetările de arhitectură**

Studierea problemei evoluției locuințelor eficiente energetic necesită o cercetare sistematică: a originii îmbunătățirii caselor sub influența factorilor de eficiență energetică, a tendințelor în dezvoltarea caselor eficiente energetic, a metodelor de formalizare a procesului de proiectare a locuirii eficiente energetice, pentru a stabili regulile de organizare. Identificarea modelelor dinamicii de dezvoltare a locuințelor eficiente energetic este baza pentru definirea modelelor de prognostic pentru locuințe și pentru mediului de viață în ansamblu.

Cercetarea prognosticului în arhitectură, bazat pe prioritizarea eficienței energetice, vizează dezvoltarea unui sistem de criterii pentru evaluarea

In architecture and construction additional energy efficiency reserves are provided by means of rational energy use due to the corresponding characteristics of the architectural form. Functional, planning, volumetric, spatial, structural and technological characteristics of the object being designed are integrated with its energy efficiency. Parameters of the form of the house directly affect its energy efficiency. Inclusion of energy efficiency in the list of features that makes the classification of buildings allows you to analyze and determine the nature of energy, the way it transforms and uses it in the house, the degree of its energy efficiency.

### **Prognostic in architectural researches**

The study of the energy efficient housing evolution problem requires a systematic research: of the origins of houses improvement under the influence of the factor of energy efficiency, of trends in the development of energy efficient housing and of methods for formalizing the processes of designing energy efficient housing, in order to establish the regularities of its organization. Identifying patterns of energy-efficient housing development dynamics is the basis for defining prognostic housing models and the living environment as a whole.

Research on prognostic in architecture, based on energy efficiency as a priority, aims to develop a system of criteria for evaluating the phenomena of

fenomenului din mediul architectural, precum și identificarea de parametrii ale obiectelor arhitecturale ce au legătură cu factorul eficienței energetice.

Prognosticul, fiind o predicție științifică a dezvoltării fenomenului pe baza materialelor existente și a bazei științifice și metodologice, permite determinarea informațiilor cu privire la obiectivele ce pot fi atinse; permite dezvoltarea și compararea strategiilor pentru realizarea lor; permite formarea unui model ipotetic predictiv al obiectului studiat. Crearea unui model prognostic este posibilă bazându-ne pe caracteristicile complexe ale unui obiect arhitectural, pe trăsăturile sale tehnice individuale (sau mai multe) și deterministe, trăsăturile stilistice, compoziționale, etc.

### **Definirea obiectivelor și precizarea orizonturilor în arhitectura locuințelor**

Problema eficienței energetice în arhitectura locuințelor este strâns legată de teoria arhitecturii, metodologia designului arhitectural, ecologie, economie, legislație și alte probleme; astfel, pentru definirea domeniului de cercetare este nevoie de structurarea spațială a informației pe niveluri și adâncimi. Determinarea scopului real al prognosticului în arhitectură ca ansamblu este realizată în conformitate cu paradigma de fond a formării mediului arhitectural.

Se poate confirma că cea care conduce este paradigma raționalizării energetice în arhitectură, care include impactul total al eficienței energetice asupra proiectării clădirilor, modularea clădirilor și a structurii, alegerea structurilor, echipamentul ingineresc, definirea caracteristicilor materialelor de

the architectural field, as well as to identify the parameters of architectural objects related to the factor of energy efficiency.

Prognostic, which is a scientific prediction of the development of phenomena on the basis of available factual, material, scientific and methodological base, allows to determine information about the goals that can be achieved; to develop and compare strategies for their achievement; to form a hypothetical predictive model of the object under study. Creating a prognostic model is possible based on the complex characteristics of an architectural object, its individual (or several) deterministic technical characteristics, compositional, stylistic features, etc.

### **Defining goals and forecasting horizons in housing architecture**

The problem of energy efficiency in housing architecture is closely linked to the theory of architecture, methodology of architectural design, ecology, economics, legislation and other issues, so that to define the field of research it is necessary to structure the information space of research by levels and depth. Determining the actual purpose of prognostic in architecture as a whole is in accordance with the substantive paradigm of the formation of architectural environment.

It can be confirmed that the leading one is the paradigm of energy rationality in architecture, which includes the total impact of energy efficiency on the planning structure of buildings, the formation of buildings and structures, the choice of structures, engineering equipment, the definition of

construcție, formarea unei noi estetici în arhitectură.

Paradigma raționalizării energetice în arhitectură se combină cu conceptul de dezvoltare durabilă – dezvoltarea unei societăți care își îndeplinește nevoile din prezent fără a compromite abilitatea generațiilor viitoare de a-și îndeplini propriile nevoi. Conceptul de dezvoltare sustenabilă combină trei componente principale: componenta economică, socială și de mediu, deci poate fi definit ca fiind multidisciplinar și continuu având în vedere că în acest concept sunt importante procesele de dezvoltare ale proiectului, exploatarea clădirilor precum și analizarea ciclului de viață al unei clădiri. În această paradigmă și concept se formează abordări, metode de constituire a mediului arhitectural, în particular a mediului de viață.

Prognoza se poate realiza pentru diferite niveluri ale mediului arhitectural-natural ierarhizat, la diferite „scări” – nivelul și sistemul ierarhic al mediului arhitectural – și pentru diferite „termene” – orizontul de precizie. Conform mediului de viață, prognosticul se poate raporta la caracteristicile locuinței în sine, la mediul de viață, la mediul natural și arhitectural, la antroposferă în sens global. Orizonturile prognosticului pentru dezvoltarea locuințelor pot varia de la termen scurt la mediu până la termen lung. Prognozele strategice pentru dezvoltarea mediului de viață pot fi în concordanță cu previziunile de dezvoltare ale bio- și antroposferei și acoperă câteva secole; tendințele pe termen mediu și scurt în materie de tipologie a locuințelor, rentabilitate, tip de energie – urmărite de-a lungul câtorva decenii – definesc „comportamentul obiectului”, analiza comportamentului obiectului, clădiri.

characteristics of building materials, the formation of new aesthetics in architecture.

The paradigm of energy rationality in architecture matches with the concept of sustainable development - the development of a society that realises the needs of today, without compromising the ability of future generations to realise their own needs. The concept of sustainable development combines three main components: economic, social and environmental, so it can be defined as multidisciplinary and continual, since in this concept are important the processes of project development, operation of buildings, analysis of the life cycle of a building. Within this paradigm and concept, approaches, methods of forming the architectural environment, in particular the living environment, are formed.

Forecasting can occur for different levels of the hierarchical architectural-natural environment, with different "scaling" – the level and hierarchical system of the architectural environment – and "time limits" - the forecasting horizon. According to the living environment, the prognostic may relate to the characteristics of the dwelling itself, the living environment, the architectural and natural environment, the anthroposphere in the global sense. Housing development prognostic horizons may vary from short to medium to long terms. Strategic forecasts for the development of the living environment can be consistent with the forecasts of the development of the bio- and anthroposphere and cover several centuries; medium and short term tendencies of the typology of housing, cost-effectiveness, nature of energy supply - within several decades - define "object behaviour", analysis of the object's behaviour, buildings.

## Metode de cercetare a prognozei în arhitectură

Mediul arhitectural, în particular mediul rezidențial, ar trebui considerat un sistem tehnic, intenționat complex:

- sistem tehnic complex – conține un număr de subsisteme;
- intenționat – are un scop (funcție) pentru anumite condiții.

În studiul mediului arhitectural, arhitectural-natural metodele sistemului de analiză sunt aplicate în consecință, ținând cont de multitudinea de criterii, factori și variabile ale unui astfel de sistem. Analiza obiectivului este utilizată pentru a identifica obiective parțiale prin intermediul cărora comportamentul unui sistem complex își atinge obiectivul său general (Zghurovsky & Pankratova, 2007).

Înțelegerea bazei sistemului mediului natural-arhitectural, în prognosticul dezvoltării locuințelor, ar trebui ia în considerare și proiecțiile pentru schimbările din ecosistemul planetar, biosferă (schimbări climatice, floră, faună evolutive, resurse naturale) și din dezvoltarea socială (schimbări demografice, sisteme economice și crize, cicluri tehnologice).

În cadrul prognozelor generale, pentru caracteristicile locuințelor se prevăd modificări ale trăsăturilor lor cantitative și calitative: cantitative (arie, densitate construită, număr de niveluri, microclimat al locuinței și teritoriului, eficiența energetică); calitative (confort, estetică, calități sociale (aliniere la stilul de viață), accesibilitate, incluziune, siguranță); o combinație de previziuni

## Methods of prognostic research in architecture

The architectural environment, in particular the residential environment, should be considered as a complex technical purposeful system:

- complex technical system - consists of a number of subsystems;
- purposeful - has a purpose (function) for certain conditions.

In the study of architectural, architectural-natural environment, the methods of system analysis are applied accordingly, taking into account the multicriteria, multifactoriality and multivariability of such a system. Goal analysis is used to identify partial goals for the behaviour of a complex system to achieve its overarching goal (Zghurovsky & Pankratova, 2007).

Understanding the system basis of architectural-natural environment in housing development prognostic should also take into account projections for changes in the planetary ecosystem, biosphere (climate change, evolutionary flora, fauna, natural resources), social development (demographic changes, economic systems and crises, technological cycles).

Within the framework of general forecasts, housing characteristics are forecasted with changes in its quantitative and qualitative characteristics: quantitative (area, building density, number of floors, housing and territory microclimate, energy efficiency); qualitative (comfort, aesthetics, social qualities (conformity to lifestyle), accessibility, inclusivity, safety); a combination of qualitative and

calitative și cantitative (tipologii de case, inovare, considerație pentru mediu).

Pentru problema studiată pot fi aplicate diferite tipuri de realizare a previziunilor, precum extrapolarea și prognosticul obiectivelor.

Metoda extrapolării previziunilor oferă o descriere a stării ipotetice a unui obiect, fenomen (mediul arhitectural), bazată pe dezvoltarea unor tipare ale transformărilor din trecut până în prezent spre viitor (Matvienko, 2008). Metoda extrapolării este potrivită pentru modelarea predictivă a subsistemelor arhitecturale, care sunt suficient de formale (structurale, ingineresti – tehnologice, tehnologice, materiale de construcții).

Metoda prognosticului obiectivelor implică crearea unui model ipotetic ideal al unui obiect, fenomen în viitor cu o dezvoltare ulterioară a mijloacelor folosite pentru atingerea acestora (Matvienko, 2008). Metoda prezicerii obiectivelor are avantaje în prognoza modelării anticipative a fenomenelor greu de formulat, cum ar fi baza socială, funcțională, artistic – compozițională, estetică a arhitecturii. Din punctul de vedere al prognosticului obiectivului, un model ideal este un obiect arhitectural care este legat organic de mediul natural prin trăsături fizice și tehnice; un obiect ce îndeplinește condițiile de "mini-maxi" (efect maxim cu efort minim); o entitate capabilă să se transforme pe măsură ce condițiile de operare se schimbă.

Ca un rezultat, modelarea anticipativă a obiectelor arhitecturale eficiente energetic reprezintă legătura stabilită între caracteristicile resurselor, inclusiv eficiența energetică și modelarea arhitecturală la diferite niveluri: teoretic, metodologic și aplicat. În

quantitative forecasts (housing typology, innovation, environmental friendliness).

Different types of forecasting can be applied to the problem under study, such as extrapolation and goal prognostic.

The extrapolation method of forecasting provides a description of the hypothetical state of an object, phenomenon (architectural environment) based on revealing patterns of its transformations from the past through the present to the future (Matvienko, 2008). Extrapolation method is suitable for predictive modelling of subsystems of architecture that are sufficiently formal (structural, engineering - technological, technological, building materials).

The method of goal prognostic involves the creation of an ideal hypothetical model of the object, a phenomenon in the future with the further development of means to achieve a certain goal (Matvienko, 2008). The method of goal prediction has advantages in forecasting in the prognostic modelling of phenomena that are difficult to formalize, such as, the social basis of architecture, functional, artistic - compositional and aesthetic basis of architecture. From the point of view of the goal prognostic, an idealized model is an architectural object that is organically linked to the natural environment by physical and technical characteristics; an object that meets the conditions of "mini-max" (maximizing effect at minimum efforts); an entity capable of transformation as the operating conditions change.

As a result, prognostic modelling of energy efficient architectural objects are established links between the characteristics of the resource, including energy efficiency and architectural shaping at different levels: theoretical, methodological and applied. At

același timp, o analiză morfologică a obiectului arhitectural trebuie să se efectueze pentru a identifica impactul asupra formării tehnologiilor sale de economisire a energiei și pentru a formula caracteristicile modelului anticipativ.

Mișcarea futuristă în arhitectură din diferite perioade – începutul secolului al XX-lea, anii '60-'70 din secolul XX, perioada modernă – oferă sisteme experimentale de așezări, prototipuri de locuințe pentru viitor. Prognosticul modern global pentru dezvoltarea societății a fost inițiat de Clubul Roma, fondat în 1968.

Cel mai faimos model matematic multifactorial care permite precizarea calității sistemului, dinamica dezvoltării sale și compararea strategiilor sunt modelele World 3 și cele ulterioare World 3-03, World 3-91, care sunt descrise în detaliu în lucrările "The Limits to Growth" (1972), "Beyond the Limits" (1992), "Limits to Growth. The 30 - Years Update" (2006). Pe baza modelului digital World 3 sunt investigate 12 scenarii ale dezvoltării vieții umane pe planetă, în următorul model – 14 scenarii; în modelele World 3-03, World 3-91 – a apărut indicatorul "amprenta ecologică a umanității" și sunt prezentate legăturile cu indicatorul de bunăstare (Maedows, Randers & Meadows, 2018). Cercetătorul N.N. Moiseev a creat în 1982 modelul biosferic "Gaia" ("Gaia" înseamnă Zeița Mamă Natură în mitologia greacă) care includea un bloc biotic. Astfel de modele permit vizualizarea perspectivelor de dezvoltare pe termen lung și desfășurarea de cercetări concentrate asupra tendințelor locale în dezvoltarea unui mediu de viață eficient din punct de vedere energetic.

the same time, a morphological analysis of the architectural object must be performed in order to identify the impact on its formation of energy-saving technologies and formulate the characteristics of the prognostic model.

Architectural futurology of different periods - beginning of the 20th century, the 60's-70's of the 20th century, modern period - offers experimental systems of settlement, prototypes of housing for the future. Modern global prognostic forecasting for the development of society was started by the Club of Roma, founded in 1968.

The most famous mathematical multifactorial model that allows to predict the quality of the system, the dynamics of its development, the comparison of strategies are models World 3, and subsequent World 3-03, World 3 -91, which is described in detail in the works "The Limits to Growth" (1972), "Beyond the Limits" (1992), "Limits to Growth. The 30 - Years Update" (2006). On the basis of the computer model World 3 were investigated 12 scenarios of development of human life on the planet, in the following model - 14 scenarios; in the models World 3-03, World 3 -91 - the indicator "ecological imprint of humanity" appeared and its connection with the index of human well-being are presented (Maedows, Randers & Meadows, 2018). Scientist N.N. Moiseev in 1982 created biospheric model "Gaia" ("Gaia" means Mother Earth Goddess in Greek mythology), which was included a biotic block. Such models make it possible to see the long-term prospects for development and to conduct concerted research into local trends in the development of an energy-efficient living environment.

Important în orientarea acestor activități este adoptarea de reglementări precum:

- *Agenda pentru Conferința Secolului 21 pentru Mediu și Dezvoltare a ONU* din Rio de Janeiro 1992, unde mediul și dezvoltarea socio-economică au fost considerate arii de cercetare interconectate și interdependente;
- *Charta Europeană pentru Energie Solară în Arhitectură și Planificare Urbană* (1996);
- *Charta de la Aalborg* (1994) și *Charta de la Leipzig "Orașe Europene pe Drumul spre Dezvoltarea Sustenabilă"* au accentuat nevoia de economisire a resurselor naturale și eficiența energetică în clădiri (European Urban Knowledge Network, 2007);
- *Programul de Dezvoltare Urbană Durabilă a ONU-Habitat* – o inițiativă comună a ONU-Habitat și UNEP privind consolidarea capacității de planificare și gestionare a mediului urban prin metode de extindere a populației (UN-Habitat, n.d.) și Habitat III Noua agendă urbană dedicată sustenabilității mediului, inclusiv eficiența energetică și a utilizării resurselor (New urban agenda, 2017);
- Programul scenariu *Challenge 2030*, care are ca scop reducerea gazelor cu efect de seră, reducerea consumului de energie cu până la 70% pentru clădirile obișnuite noi și renovarea clădirilor cu reducerea consumului tradițional de combustibil, ajungând la carbon neutru în 2030 (The 2030°Challenge, 2018);
- *Agenda 2030 pentru Dezvoltare Durabilă* (General Assembly, 2015) și dezvoltarea obiectivelor dezvoltării durabile, în particular "Obiectul 7: Asigurarea accesului la energie

Important in targeting these activities is the adoption of programmatic documents, such as:

- *Agenda for the 21st Century UN Environment and Development Conference* in Rio de Janeiro 1992, where environment and socio-economic development were considered as interconnected and interdependent areas;
- *European Charter for Solar Energy in Architecture and Urban Planning* (1996);
- *The Aalborg Charter* (1994) and the *Leipzig Charter "Cities of Europe on the Road to Sustainable Development"* emphasized the need to save natural resources and energy efficiency in building (European Urban Knowledge Network, 2007);
- *UN-Habitat Sustainable Urban Development Program* - a joint initiative of UN-Habitat and UNEP on capacity-building for urban environmental planning and management through population based expansion methods (UN-Habitat, n.d.) and Habitat III New urban agenda devoted to the environmental sustainability including energy and resources efficiency (New urban agenda, 2017);
- *The 2030 Challenge* scenario program, which aims to reduce greenhouse gas emissions, energy consumption up to 70% of the average building type in new construction and renovation of buildings with the reduction of traditional fuel use, achieving Carbon-neutral in 2030 (The 2030°Challenge, 2018);
- *2030 Agenda for Sustainable Development* (General Assembly, 2015) and developed Sustainable development goals, in particular "Goal 7: Ensure access to affordable, reliable,



accesibilă, fiabilă, durabilă și modernă”, “Obiectivul 11: Realizarea orașelor incluzive, sigure, rezistente și durabile”, “Obiectivul 12: Asigurarea modelelor de consum și producție durabile” (Sustainable development goals, n.d.);

- Programe locale de îmbunătățire a eficienței energetice și de mediu a orașelor din cadrul *Covenant de Major*, lansat în 2008, angajându-se să pună în aplicare măsuri de conservare a energiei și de utilizare a energiei alternative (Covenant initiative, n.d.).

## Studii de prognoză asupra mediului de viață existente

Pentru îmbunătățirea în mod corespunzător a calității locuințelor, este necesar să se identifice atât constantele planimetrice și variabilele legate de schimbările demografice, condițiile climatice, caracteristicile regionale, cât și o componentă inovatoare legată de progresul tehnologic al dezvoltării locuințelor.

“Prognoza demografică mondială 2019: puncte cheie” a Organizației Națiunilor Unite afirmă că în următorii 30 de ani, populația globului va crește cu 2 miliarde și va ajunge la 9.7 miliarde până în 2050, cu un procent crescut al populației îmbătrânite (UN News, 2019). Cercetătorii prezic că aproximativ 60% din aceștia vor locui în orașe. În aceste condiții, cerințele privind calitatea mediului și furnizarea de energie cresc.

Prognozele sociologice indică tranziția societății de la tipul industrial și post-industrial la societatea informațională. Se preconizează un nivel destul de ridicat de urbanizare – 60-70%, creșterea speranței de viață până la 70 de ani în medie, îmbătrânirea

sustainable and modern energy”, “Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable”, “Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns” (Sustainable development goals, n.d.).

- local programs to improve the environmental and energy efficiency of cities under the *Covenant de Major*, launched in 2008, committing to implement energy conservation and alternative energy use measures (Covenant initiative, n.d.).

## Existing prognostic studies of the living environment

For purposeful improvement of the quality of housing, it is necessary to identify the constants of its planning structure and to identify variables related to demographic change, climatic conditions, regional features and an innovative component related to the technological progress of housing development.

The United Nations “World Demographic Forecast 2019: Key Points” states that over the next 30 years, Earth's population will grow by 2 billion and reach 9.7 billion by 2050, with a greater percentage of older population projected (UN News, 2019). Scientists predict that about 60% will live in cities. Under these conditions, environmental quality and energy providing requirements are increasing.

Sociological forecasts indicate the transition of society from the industrial and post-industrial type to the information society. It is predicted a rather high level of urbanization - 60-70%, increase in life expectancy of people up to 70 years on average,

populației, forță de muncă ocupată mai ales în servicii, producție științifică intensivă, dezvoltarea tehnologiilor de informații, îmbunătățirea nivelului de trai, care toate sunt legate direct de creșterea consumului de energie.

Progresul tehnologic și social a făcut posibilă exploatarea treptată a unor surse de energie precum: minerale naturale (cărbune, petrol, gaze naturale, turbă și altele); resurse regenerabile (solare, eoliene, marea, geotermice, etc.); energie atomică. Calculele arată că raportul cantitativ al resurselor energetice se va schimba semnificativ în viitor. Până în 2050, conform scenariului "Vision 2050", se estimează că sursele de energie alternativă vor reprezenta aproximativ 50% din consumul global de energie (Vision 2050, n.d.).

Există, de asemenea, o dezvoltare a metodelor progresive de construcție a caselor printate 3d, prefabricare, precum și implicarea inteligenței artificiale în funcționarea eficientă a clădirilor (case "inteligente").

Din perspectiva ecologiei urbane, este propusă restaurarea biotopurilor în structurile urbane, complexele rezidențiale și cele publice pentru formarea unui mediu natural-arhitectonic armonios.

### **Tipuri de modele de prognoză de bază pentru clădirile eficiente energetic**

Nevoile moderne pentru locuințe de calitate sunt nevoia de a crește confortul, nevoia de a lua în considerare factorii economici și pe cei de mediu și nevoia de a crea condiții favorabile pentru dezvoltarea populației și comunicare.

Printre direcțiile de studiere ale experienței proiectării clădirilor eficiente energetic, cele mai

aging of the population, employment primarily in services, science-intensive production, development of information technologies, improving the comfort level of life, which all is directly related to the increase energy use.

Technological and social progress has made it possible to gradually exploit such energy sources as: natural minerals (coal, oil, natural gas, peat and others); renewable resources (solar, wind, tidal, geothermal, etc.); atomic energy. The calculations show that the quantitative ratio of energy resources will change significantly in the near future. By 2050, under the "Vision 2050" scenario, it is estimated that alternative energy sources will account for about 50% of global energy consumption (Vision 2050, n.d.).

There is also a proliferation of progressive methods for the construction of 3D print houses, manufacturing in the production, the involvement of artificial intelligence for the efficient operation of buildings ("smart homes").

From the side of urban ecology, restoration of biotopes in the urban structures, residential and public complexes is proposed for the formation of a harmonious natural-architectural environment.

### **Basic types of forecasting models for energy efficient buildings**

Modern needs for quality housing are to increase comfort, take into account environmental and economic factors, create favourable conditions for the development of the population and communication.

Among the directions of studying the experience of designing energy efficient buildings, the most

progresive sunt direcțiile conceptuale și cele experimentale. Aceste direcții concentrează cele mai noi idei de îmbunătățire a calităților eficiente energetic ale casei cu instrumente arhitecturale și de planificare, utilizarea echipamentelor de înaltă tehnologie și a structurilor moderne eficiente.

Scopul proiectării experimentale este să investigheze trăsăturile procesului de proiectare, calitatea proiectului și a structurii edificate, precum și caracteristicile funcționale ale casei și dinamica schimbărilor în timp, ceea ce asigură informații actualizate și fiabile pentru analizarea rezultatelor și definirea unor noi sarcini. Eficiența energetică și caracterul ecologic stau la baza proiectelor pilot implementate de Solar City Linz (Austria), Vauban (Freiburg, Germania), VIIKKI (Helsinki, Finlanda), Hammarby Sjöstad (Stockholm, Suedia), Bo01 (Malmö, Suedia), Beddington Zero Energy Development (BedZED) (Hackbridge, Londra, Anglia).

Se are în vedere posibilitatea de trecere de la clădiri cu energie scăzută (Low-energy) la clădiri Zero Energie (Zero Energy Building, Zero Energy Building (NZEB), Zero Energy Building (NZB)) și "Casa Plus Energie", îmbunătățind tipurile de "Casă pasivă", casă "Multi-comfort", casă activă, răspândirea utilizării sistemelor de certificare LEED, BREEAM, DGNB și altele. Studii avansate ale locuirii moderne sunt preconizate în direcția caselor autonome, a caselor autarhice, case adaptabile, mobile, care se transformă, de înaltă tehnologie, "deștepte".

Dezvoltarea unei tipologii de case eficiente energetic se bazează pe trăsăturile de design ale tipurilor mai sus menționate și pe introducerea diversității în planificare în funcție de nevoile

progressive are the conceptual and experimental directions. These directions concentrate the latest ideas on the complex improvement of energy efficient qualities of the house with architectural and planning tools, the use of high-tech engineering equipment and modern efficient structures.

The purpose of the experimental design task is to investigate the features of the design process, the quality of the project and the erected structure, as well as the features of the functioning of the house and the dynamics of changes over time, which provides up-to-date and reliable information for analysing the result of the experiment and defining new tasks. Energy efficiency and environmental friendliness underlie the pilot projects implemented by the Solar City Linz (Austria), Vauban (Freiburg, Germany), VIIKKI (Helsinki, Finland), Hammarby Sjöstad (Stockholm, Sweden), Bo01 (Malmö, Sweden), Beddington Zero Energy Development (BedZED) (Hackbridge, London, England).

It is forecasted the transition from low energy buildings to Zero Energy Buildings (Zero Energy Building, Zero Energy Building (NZEB), Zero Energy Building (NZB)) and "Plus Energy House", improving the types of "Passive House", "Multi-Comfort House", "Active House", the spread of the use of environmental certification systems LEED, BREEAM, DGNB and others. Advanced studies of modern housing is expected in direction of the energy autonomous houses, energy-autarkic homes, adaptive, mobile, transformative, high - tech, "smart" buildings.

The development of an energy-efficient housing typology is based on the design features of the above-mentioned types and the introduction of planning diversity according to demographic needs,

demografice, accesibilitate economică, confort, etc.

Prognosticul caracteristicilor cantitative și calitative ale formei arhitecturale sugerează faptul că direcția fundamentală de dezvoltare a obiectului de arhitectură în viitor va depinde de nivelul calităților sale energetice. Pe această bază putem formula principalele tipuri de modele de prognoză pentru clădirile eficiente energetic.

Unul dintre acestea este un obiect arhitectural, creat cu ajutorul noile tehnologii, a materialelor eficiente, a instrumentelor ingineresti care asigură un microclimat confortabil în toate condițiile, optimizând utilizarea energiei până la funcționarea în modul de autonomie energetică. Acest mod de organizare a obiectului arhitectonic izolează, în esență, individul de mediul exterior. În sistemul ecologic, această izolare corespunde nivelului de raporturi "Om – Clădire" și "Clădire – Mediu", evitând legătura om - mediu.

Un alt mod de a dezvolta un obiect arhitectonic este prin luarea în considerare a calităților formei arhitecturale, inclusiv cele de eficiență energetică. Principiul de suficiență rezonabilă în îmbunătățirea calităților sale de economisire a energiei apropie proiectarea și existența unei astfel de clădiri cu exemplarele naturale, dotând-o cu funcțiile unui organism viu. Aceasta, în special, poate fi considerată o nouă etapă progresivă în dezvoltarea arhitecturii organice. Abordarea demonstrează armonia și echilibrul proceselor de comunicare "Om-Clădire-Mediu", de creare a caselor eficiente energetic pentru stabilirea regularităților organizării sale.

economic affordability, comfort, etc.

Prognostic the quantitative and qualitative characteristics of the architectural form suggests that the fundamental direction of development of an architectural object in the future will depend on the level of its energy qualities. On this basis, we can formulate the main types of forecasting models for energy efficient buildings.

One of them is an architectural object, created with the use of high technologies, efficient materials, engineering tools that provide a comfortable microclimate in all conditions, optimizing the use of energy up to functioning in the mode of energy autonomy. This way of organizing an architectural object essentially isolates the person from the external environment. In the overall ecological system, this corresponds to the level of "Human - Building" and "Building – Environment" ratios, bypassing the human-environment relationship.

Another way of developing an architectural object is to take full account of the qualities of the architectural form, including energy efficiency. The principle of reasonable sufficiency in improving its energy-saving qualities approximates the formation and existence of such a building to natural specimens, endowing it with the functions of a living organism. This, in particular, can be considered a new progressive stage in the development of organic architecture. This approach demonstrates the harmony and balance of "Human - Building – Environment" communication processes of energy efficient housing formation in order to establish the regularities of its organization.

## Concluzii

Pornind de la acestea, direcțiile cercetării prognozelor dezvoltării mediului de viață eficient energetic constau în: sistematizarea metodelor de îmbunătățire a mediului arhitectural pe baza eficienței sale energetice; crearea unor concepte științifice ale mediului arhitectural eficient energetic; studierea evoluției sale și a traiectoriilor de dezvoltare ale perspectivelor; dezvoltarea de modele de organizare ale unor diferite niveluri ierarhice ale mediului arhitectural; dezvoltarea metodelor de proiectare a mediului arhitectural eficient energetic în ansamblu și a părților sale componente în particular.

Cercetări de prognoză moderne determină constanța, în viitor, a cerințelor funcționale de bază pentru locuințe, în combinație cu creșterea cantității de energie folosită și a eficienței utilizării acesteia. Având în vedere creșterea proporției de energie solară în schema consumului de energie, se poate susține influența acestui factor asupra arhitecturii viitoarelor locuințe.

Compararea procesului de îmbunătățire a calităților de eficiență energetică a mediului arhitectural și a procesului de dezvoltare a arhitecturii în ansamblu oferă oportunitatea de a observa esența etapelor de dezvoltare ale arhitecturii. Această abordare ne permite să identificăm tendințele futuriste de dezvoltare ale arhitecturii moderne.

## Conclusions

Proceeding from this, perspective directions of research of forecasts of development of energy-efficient living environment consist in: systematization of methods of improvement of architectural environment on the basis of its energy efficiency; creation of scientific concept of energy-efficient architectural environment; study of its evolution and trajectories of perspective development; development of formalized models of different architectural environment hierarchical levels; development of methods of architectural design of energy efficient architectural environment as a whole and its parts in particular.

Modern prognostic research determines the constancy in the future of the basic functional requirements for housing in conjunction with the increase in the amount of energy used and the effectiveness of its use. In view of the increase in the proportion of solar energy in the structure of energy consumption, one can assert the influence of this factor on the architecture of future housing

Comparing the processes of improving the energy-efficient qualities of the architectural environment and the development of architecture as a whole gives an opportunity to newly realize the essence of the stages of the development of architecture. This approach allows us to identify the vectors of the development of modern architecture, its futuristic tendencies.

## Referințe/ References

*The 2030 Challenge* (2018). Retrieved 22 November 2019 from [https://architecture2030.org/2030\\_challenges/2030-challenge/](https://architecture2030.org/2030_challenges/2030-challenge/)

*Covenant initiative*. (n.d.). Retrieved 22 November 2019 from <https://www.covenantofmayors.eu/about/covenant-initiative/origins-and-development.html>)

European Urban Knowledge Network (2007). "*Leipzig Charter on Sustainable European Cities*". Retrieved 22 November 2019 from [https://web.archive.org/web/20110722164916/http://www.eukn.org/E\\_library/Urban\\_Policy/Leipzig\\_Charter\\_on\\_Sustainable\\_European\\_Cities](https://web.archive.org/web/20110722164916/http://www.eukn.org/E_library/Urban_Policy/Leipzig_Charter_on_Sustainable_European_Cities)

General Assembly. (2015). *Resolution adopted by the General Assembly* Retrieved 22 November 2019 from [https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)

Maedows, D., Randers, J., Meadows, D. (2018). *Limits to Growth. The 30-Year Update*. Kyiv: Pabulum.

Matvienko, V. (2008). *Prognostics*. Kyiv: Ukrainian Propylaea.

*New urban agenda* (2017). Retrieved 22 November 2019 from <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>

Sustainable development goals. (n.d.). *17 Goals to Transform Our World*. Retrieved 22 November 2019 from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

*UN-Habitat* .(n.d.). Retrieved 22 November 2019 from <https://www.un.org/en/ga/habitat/>

UN News. (2019). *9.7 billion on Earth by 2050, but growth rate slowing, says new UN population report*. Retrieved 22 November 2019 from <https://news.un.org/en/story/2019/06/1040621>

*Vision 2050*. (n.d.). The new agenda for business. Retrieved 22 November 2019 from <https://www.wbcsd.org/Overview/About-us/Vision2050/Resources/Vision-2050-The-new-agenda-for-business>

Zghurovsky, M., Pankratova, N. (2007) *Basics of system analysis*. Kyiv: BHV Publishing Group.