

АНОТАЦІЯ

Сало В.В. Типологічні особливості архітектурно-планувальної організації підземних науково-дослідних комплексів в Україні. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 191 «Архітектура та містобудування». – Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2023.

Дослідження присвячене вивченню типологічних особливостей архітектурно-планувальної організації підземного науково-дослідного комплексу, що здатний поєднувати в собі численні функції. Забезпечити розвиток науково-дослідницького, науково-просвітницького та освітньо-туристичного напрямків, задовільняючи потреби сучасних українських та закордонних науковців. Забезпечити розвиток військової та оборонної промисловостей України, сприяючи відновленню ядерного потенціалу.

Обґрунтування актуальності обраної теми дослідження представлено у **вступі**. Досліджено проблему, проведений попередній аналіз наукових праць, що є дотичними до теми, однак в повній мірі не розкривають особливості організації обраного здобувачкою типу підземних споруд. Показано зв'язок теми дослідження з вітчизняними та закордонними нормативно-правовими актами, організаціями, а також з темою діяльності випускаючої кафедри. Визначено мету роботи, задачі дослідження, об'єкт та предмет. Вказані межі, в яких проводиться дослідження: змістові, часові, територіальні, визначені основні методи дослідження. Поданий опис наукової новизни та практичних

результатів, що були отримані в ході роботи над дисертаційним дослідженням, їх можливий подальший розвиток. Презентовано апробацію результатів роботи у вигляді виданих статей, а також доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях. Представлено структуру роботи та її повний обсяг.

У першому розділі дисертаційної роботи «**Аналіз досвіду формування підземних науково-дослідних комплексів**» проведений аналіз та систематизація наукових праць з галузей наук, що є дотичними до проблематики обраної теми, визначені основні передумови формування підземних науково-дослідних комплексів. Проведено аналіз вітчизняного та закордонного досвіду освоєння підземного простору, формування підземних будівель та споруд та їх еволюційний шлях, що зумовив появу підземних науково-дослідних комплексів. Проаналізовано міжнародний досвід проектування підземних науково-дослідних комплексів та виявлено основні тенденції розвитку даних комплексів.

Питання комплексного освоєння підземного простору порушене в працях науковців різних галузей: архітекторів, інженерів, екологів, істориків. Тема функціональної організації підземних науково-дослідних комплексів побічно висвітлена в наукових статтях в галузях фізики та астрофізики, у звітах та презентаціях Європейської організації з ядерних досліджень (CERN), коротких оглядах деяких існуючих підземних лабораторних комплексах. Питання архітектурно-планувальної організації підземних науково-дослідних комплексів не було досліджене належним чином ні вітчизняними вченими, ні закордонними. Поза їх увагою залишаються багато питань, в тому числі класифікаційна система, фактори впливу на формування підземних науково-дослідних комплексів, їх типологія, архітектурно-планувальна організація та принципи організації даних комплексів. Аналіз та систематизація

літературних джерел свідчать про необхідність подальшого дослідження підземних науково-дослідних комплексів, їх типізацію та функціонально-планувальну організацію.

В ході аналізу історичної літератури, що базується на процесах освоєння підземного простору на території України та за її межами, було досліджено еволюцію формування та розвитку підземних будівель та споруд від стародавніх часів до сучасності. На основі отриманих даних виокремлено шість ключових етапів освоєння підземного простору від першого печерного житла до концептуальних проєктів підземних міст та існуючих підземних комплексів, зокрема й підземних науково-дослідних комплексів. Додатково проведено порівняльний аналіз досвіду освоєння підземного простору в Україні та за її межами, в процесі котрого були визначені суттєві відмінності в розвитку підземного будівництва.

Серед визначених етапів розвитку підземного будівництва, останнє місце займає період міленіуму від ХХ ст. – до сьогодення. Саме в цей період свій розвиток отримали підземні науково-дослідні комплекси. Досвід їх проєктування був досліджений в країнах Європи, Північної та Південної Америки, країнах Азії та Австралії, а також було досліджено єдину існуючу підземну лабораторію в Україні, що є недіючою на даний момент. В ході аналізу були виявлені особливості містобудівної, об'ємно-просторової та функціонально-планувальної організації підземних науково-дослідних комплексів. Виявлені основні тенденції їх проєктування та визначені перспективні напрямки їх розвитку на території України. Під час аналізу були визначені основні функції, що виконує підземний науково-дослідний комплекс, функціональні групи приміщень та їх попередні взаємозв'язки. Визначена характерна риса даного типу комплексів, котра полягає у

багатофункціональності комплексу та домінуючою функціональною групою приміщень, котра й визначає його тип.

Дослідження світового досвіду проектування підземних науково-дослідних комплексів дало змогу переконатися у відсутності необхідних теоретичних та практичних даних для втілення практики будівництва підземних комплексів на території України. Однак огляд доступних матеріалів, а також проведений аналіз є першим кроком до реалізації тенденції проектування підземних науково-дослідних комплексів в Україні.

Другий розділ роботи «**Методичні засади архітектурно-планувальної організації підземних науково-дослідних комплексів**» охоплює загальну методика дослідження, в основу котрої покладено системний підхід. Виокремлені основні етапи дослідження передбачають застосування загальнонаукових, міждисциплінарних та спеціалізованих архітектурних методів.

Спираючись на методи графоаналітичного аналізу, контент-аналізу та спостереження, були визначені основні групи факторів, що впливають на містобудівну, об'ємно-просторову та архітектурно-планувальну організацію підземних науково-дослідних комплексів. До груп факторів належать: інженерно-геологічні, технологічні, природо-кліматичні, містобудівні, конструктивні, економічні, законодавчі, екологічні, архітектурно-планувальні. Методом оцінки факторів впливу був виявлений тісний взаємозв'язок між факторами, визначено вплив кожної окремої групи факторів на решту.

На основі вивченого досвіду проектування підземних науково-дослідних комплексів та впливу факторів на їх організацію були надані основні критерії класифікації: за цільовим призначенням, за інженерно-

геологічними характеристиками, за технічними характеристиками, за архітектурно-планувальними характеристиками, за групами ризиків. Зазначені параметри є головними при проектуванні підземних науково-дослідних комплексів, оскільки мають значний вплив на якісний та кількісний склад приміщень, функціональне зонування комплексу, його об'ємно-планувальну структуру та функціональне наповнення.

Виходячи з даних, отриманих шляхом аналізу, та з метою подальшого дослідження обраної теми, а також для розробки рекомендацій з проектування даного типу комплексів, були виокремлені основні функції об'єкта та наведені їх характерні особливості. Серед повного переліку функцій підземного науково-дослідного комплексу наступні: експериментальна, науково-дослідна, навчально-просвітницька, науково-туристична, профілактично-безпекова, житлова, медична. Спираючись на характерні функції об'єкта, в ході дослідження було запропоновано вертикальне функціональне зонування комплексу з розподілом груп приміщень на наземні та підземні. Приведений повний перелік функціональних зон, що мають розміститися на поверхні комплексу: вхідна група, адміністративно-побутова, науково-дослідна, навчально-просвітницька, харчова, житлова, службова, технічна, медична, рекреаційно-дозвіллева. Також визначені функціональні групи, що мають бути в підземній частині комплексу: вхідна, експериментальна, науково-дослідна, технічна, санітарно-гігієнічна, службова, інженерна, транспортна, рекреаційна, медична. В пункті експериментальне проектування представлені авторські розробки експериментальних, науково-дослідних та допоміжних модулів, котрі за потреби можуть бути адаптовані під відмінні функції. Також розроблено архітектурно-планувальні схеми з домінуючим горизонтальним

однорівневим розвитком підземного науково-дослідного комплексу та домінуючим вертикальним багаторівневним розвитком.

В третьому розділі **«Особливості архітектурно-планувальної організації підземних науково-дослідних комплексів»** визначені основні містобудівні засади формування підземних науково-дослідних комплексів та фактори, що впливають на вибір місця розташування комплексу. Спираючись на проведений аналіз світових аналогів проектування, виявлені тенденції містобудівної організації території підземних науково-дослідних комплексів, на їх основі сформульовані основні рекомендації щодо містобудівного розміщення комплексу. Також були сформульовані рекомендації щодо розробки генерального плану наземної території комплексу, визначений повний набір функціональних зон: вхідна зона, науково-дослідна, навчально-просвітницька, інженерна, адміністративна, господарсько-побутова, житлова, службова, медична, рекреаційна, безпекова, зона паркінгу та транспортних шляхів. Надана характеристика кожної із зазначених зон. В експериментальному проектуванні представлені варіанти авторських розробок генеральних планів наземної території комплексу, передбачений їх розвиток в окремий містобудівний кластер – поселення.

Проведене дослідження, визначені функціональні зони, класифікація та фактори впливу на організацію підземних комплексів, дозволили визначити три основних типи підземних науково-дослідних комплексів: фізики та ядерної фізики, астрофізики та космічного випромінювання, мультидисциплінарний. Визначені основні функціональні зони, що характерні для кожного типу об'єкту, функціональні зв'язки між зонами та підземною і наземною частинами. Визначені архітектурно-планувальні особливості, характерні для кожного типу. Шляхом експериментального проектування

розроблені архітектурно-планувальні схеми кожного з трьох типів, представлені схеми їх функціонального зонування та взаємозв'язку з наземними частинами комплексів.

Спираючись на проведені дослідження, були сформульовані принципи, котрими доцільно керуватися архітекторам при проектуванні підземного науково-дослідного комплексу: принцип наукової відповідності, принцип автономності, принцип ергономічної відповідності, принцип просторового розвитку.

Отримані результати дисертаційної роботи мають потенціал стати фундаментом для подальшого дослідження даної теми, поглиблення та розширення знань, формування рекомендацій та будівельних норм проектування підземних науково-дослідних комплексів.

Ключові слова: підземні комплекси, науково-дослідні комплекси, підземна урбаністика, архітектурно-планувальна організація, міський простір.

ABSTRACT

Salo V.V. Typological features of the architectural and planning organization of underground research complexes in Ukraine. – As in manuscript.

Thesis for scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 191 “Architecture and urban planning”. – Kyiv National University of Construction and Architecture, Ministry of Education and Science of Ukraine Kyiv, 2023.

The research is devoted to the study of the typological features of the architectural and planning organization of an underground research complex that can

combine numerous functions. To ensure the development of research, scientific and educational, educational and tourist areas, meeting the needs of modern Ukrainian and foreign scientists. Ensure the development of Ukraine's military and defense industries, contributing to the restoration of nuclear potential.

The relevance of the chosen research topic is justified in the **introduction**. The problem is studied, a preliminary analysis of scientific works that are related to the topic, but do not fully reveal the features of the organisation of the type of underground structures chosen by the author, is carried out. The connection of the research topic with Ukrainian and foreign regulations, organisations, as well as with the topic of the graduating department, is shown. The purpose of the work, research objectives, object and subject are defined. The boundaries within which the research is carried out are indicated: content, time, territorial. The main research methods are defined. A description of the scientific novelty and practical results obtained in the course of the dissertation research, their possible further development is given. The approbation of the results of the work in the form of published articles, as well as reports at international and Ukrainian scientific conferences is presented. The structure of the work and its full scope are presented.

The first chapter of the thesis "**Analysis of the experience of forming the underground research complexes**" analyses and systematises scientific works in the fields of science that are relevant to the topic, identifies the main prerequisites for the formation of underground research complexes. An analysis of domestic and foreign experience in the development of underground space, the formation of underground buildings and structures and their evolutionary path, which led to the emergence of underground research complexes, is carried out. The international experience of designing underground research complexes is analysed and the main trends in the development of these complexes are identified.

The issue of integrated development of underground space has been raised in the works of scientists in various fields: architecture, engineering, ecology, history. The topic of the functional organisation of underground research complexes is indirectly covered in scientific articles in the fields of physics and astrophysics, in reports and presentations of the European Organisation for Nuclear Research (CERN), and in brief reviews of some existing underground laboratory complexes. The issue of architectural and planning organisation of underground research complexes has not been properly studied by either Ukrainian or foreign scientists. Many issues remain outside their attention, including the classification system, factors influencing the formation of underground research complexes, their typology, architectural and planning organisation and principles of organisation of these complexes. The analysis and systematisation of literature sources indicate the need for further research into underground research complexes, their typology and functional organisation.

In the course of analysing the historical literature based on the processes of development of underground space in Ukraine and abroad, the evolution of the formation and development of underground buildings and structures from ancient times to the present was studied. Based on the data obtained, six key stages of the development of underground space have been identified, from the first cave dwelling to conceptual designs of underground cities and existing underground complexes, including underground research facilities. Additionally, a comparative analysis of the experience of developing underground space in Ukraine and abroad was carried out, in the course of which significant differences in the development of underground construction were identified.

Among the defined stages of development of underground construction, the last place is occupied by the millennium period from the twentieth century to the

present day. It was during this period that underground research facilities were developed. The experience of their design was studied in Europe, North and South America, Asia and Australia, as well as the only existing underground laboratory in Ukraine, which is currently inactive. The analysis revealed the peculiarities of the urban planning, volumetric-spatial and functional-planning organisation of underground research complexes. The main trends in their design have been identified and promising areas for their development in Ukraine have been identified. During the analysis, the main functions performed by the underground research complex, functional groups of premises and their preliminary interconnections were identified. The characteristic feature of this type of complexes is determined, which is the multifunctionality of the complex and the dominant functional group of premises, which determines its type.

The study of the world experience in designing underground research facilities has made it possible to verify the lack of necessary theoretical and practical data for the implementation of the practice of building underground facilities in Ukraine. However, the review of available materials and the analysis is the first step towards implementing the trend of designing underground research facilities in Ukraine. The experimental design section presents the author's developments of experimental, research and auxiliary modules that can be adapted to different functions if necessary. Architectural and planning schemes with a dominant horizontal single-level development of the underground research complex and a dominant vertical multi-level development have also been developed.

The second section of the paper "**Methodological principles of architectural and planning organisation of underground research complexes**" covers the general research methodology based on a systematic approach. The

identified main stages of the study involve the application of general scientific, interdisciplinary and specialised architectural methods.

Based on the methods of graph-analytical analysis, content analysis and observation, the main groups of factors influencing the urban planning, spatial and planning organisation of underground research complexes were identified. The groups of factors include: engineering and geological, technological, climatic, urban, constructive, economic, legislative, environmental, architectural. The method of evaluating the influence factors revealed a close relationship between the factors, and the influence of each individual group of factors on the others was determined.

Based on the studied experience of designing underground research complexes and the influence of factors on their organization, the main classification criteria were provided: by purpose, by engineering and geological characteristics, by technical characteristics, by architectural and planning characteristics, by risk groups. These parameters are the main ones in the design of underground research facilities, as they have a significant impact on the qualitative and quantitative composition of the premises, the functional zoning of the complex, its space-planning structure and functional content. These parameters are the main ones in the design of underground research complexes, since they have a significant impact on the qualitative and quantitative composition of the premises, the functional zoning of the complex, its space-planning structure and functional content.

Based on the data obtained through the analysis, and for the purpose of further study of the chosen topic, as well as to develop recommendations for the design of this type of complexes, the main functions of the facility were identified and their characteristic features were given. The full list of functions of the underground research complex includes the following: experimental, research, educational, touristic, security, residential, medical. Based on the characteristic functions of the

facility, the study proposed a vertical functional zoning of the complex with the division of groups of premises into aboveground and underground. A complete list of functional areas to be located on the surface of the complex is provided: entrance, administrative and household, research, educational, food, residential, service, technical, medical, recreational. The functional groups to be located in the underground part of the complex are also defined: entrance, experimental, research, technical, sanitary and hygienic, service, engineering, transport, recreational, medical.

The third chapter, **"Features of the architectural and planning organisation of underground research complexes"**, identifies the main urban planning principles of the formation of underground research complexes and the factors influencing the choice of the location of the complex. Based on the analysis of world analogues of design, the tendencies of urban planning organisation of the territory of underground research complexes were identified, and on their basis the main recommendations for the urban planning location of the complex were formulated. Recommendations were also formulated for the development of a master plan for the above-ground territory of the complex, and a complete set of functional zones was identified: entrance zone, research, educational, engineering, administrative, household, residential, service, medical, recreational, security, parking and transport routes. The research describes each of these zones.

The conducted research, identified functional zones, classification and factors influencing the organisation of underground complexes, allowed to identify three main types of underground research complexes: physics and nuclear physics, astrophysics, multidisciplinary. The main functional zones characteristic of each type of facility and functional links between the zones and the underground and above-ground parts are identified. The architectural and planning features

characteristic of each type are identified. Through experimental design, architectural and planning schemes of each of the three types were developed, schemes of their functional zoning and interconnection with the ground parts of the complexes were presented.

Based on the study, the principles that should be followed by architects when designing an underground research complex were formulated: the principle of scientific relevance, the principle of autonomy, the principle of ergonomic relevance, and the principle of spatial development.

The obtained results of the dissertation have the potential to become the basis for further research on this topic, deepening and expanding knowledge, formulating recommendations and building codes for the design of underground research complexes.

Keywords: underground complexes, research facilities, underground urban planning, urban space.