

Baş redaktor

tex. üzrə f.d. **Qarayev A.N.** –AzİMETİ

Baş redaktorun müavini

tex. üzrə f.d. **Yusifov N.R.** –AzİMETİ

Məsul katib

iqt. üzrə f.d. **Şirinova N.S.** -AzİMETİ

Redaksiya heyəti

t.e.d., prof. **Seyfullayev X.Q.** -AzİMETİ

mem.dok. **Abdullayeva N.C.** -AzMİU

t.e.d.,prof. **Hacıyev M.Ə.** –AzMİU

m.d.,prof. **Nağıyev N.H.** -AzMİU

m.üzrə f.d. **İsbatov İ.A.** -DŞAK

tex. üzrə f.d. **Eminov Y.M.** -AzİMETİ

tex. üzrə f.d. **Əmrahov A.T.** -AzİMETİ

tex. üzrə f.d. **Həbibov F.H.** – AzİMETİ

iqt. üzrə f.d. **Nuriyev E.S.** –AzİMETİ

tex. üzrə f.d. **Poluxov İ.X.** – FHN

tex. üzrə f.d. **Rzayev R.A.** – AzİMETİ

m.üzrə f.d. **Səlimova A.T.** – AzMİU

Təsisçi :

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
DÖVLƏT ŞƏHƏRSALMA və
ARXİTEKTURA KOMİTƏSİ**

AZƏRBAYCAN

**İNŞAAT və MEMARLIQ
ELMİ-TƏDQİQAT İNSTİTUTU**

Hüquqi ünvanı :

**Az 0014, Bakı ş.
M.Füzuli küç. 65**

Əlaqə telefonları:

**(012) 596 37 60 və 596 18 90,
daxili (205)**

E-mail:

**azimeti_elmikatib@mail.ru
azimeti@arxkom.gov.az**

Kompüter dizaynı:

Nəbiyeva M.Z.



MÜNDƏRİCAT

Əsgərov C.V., Quliyeva Ə.M., Seyidov N.H.

Bina altına vurulmuş svayların binaya təsir edən zəlzələ yükünün üfüqi toplanmasının qiymətinə təsiri.....

2

Габиров Ф.Г., Зейналов А.З., Байрамова К.К.

Разработка методики оценки рисков и выбор мероприятий по управлению ими на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью

6

Qarayeva N.V. Perlit, vermikulit əsasında istilik izolyasiya materiallarının fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqi.....

16

Салимова А.Т., Агазаде Р.Р. Стилобатное решение в архитектуре современных зданий.....

22

Салимова А.Т., Гусейнова С.В. Особенности проектирования вентилируемых фасадов.....

29

Şükürlü İ.N. Qarabağ iqtisadi rayonunun şəhərlərində yaşayış zonalarının bərpası və inkişafı.....

37

Abdullayeva A.G. Dayanıqlı şəhər infrastrukturunun inkişafında şəhər informasiya modelləşməsinin tədqiqi (Xankəndi ş. təmsalında).....

42

UOT 624.072

**BINA ALTINA VURULMUŞ SVAYLARIN BİNAYA TƏSİR EDƏN
ZƏLZƏLƏ YÜKÜNÜN ÜFÜQİ TOPLANANININ QIYMƏTİNƏ TƏSİRİ***tex.üçrə fəlsəfə doktorları: Əsgərov C.V., Quliyeva Ə.M., Seyidov N.H.**Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti**e-mail c.askerov@mail.ru., azizaquliyeva@1960gmail.com., kristal_namiq@mail.ru.***ВЛИЯНИЕ СВАЙ, ЗАБИТЫХ ПОД ЗДАНИЕМ, НА ВЕЛИЧИНУ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ
СОСТАВЛЯЮЩИХ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ЗДАНИЕ***к.т.н. Аскеров Д.В., к.т.н. Кулиева А.М., к.т.н. Сеидов Н.Г.**Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства***INFLUENCE OF PILES DRIVED UNDER A BUILDING ON THE VALUE OF
HORIZONTAL COMPONENTS OF SEISMIC LOAD AFFECTING THE BUILDING***phd in texh.sc. Askerov J.V., phd in texh.sc. Quliyeva A.M., phd in texh.sc. Seyidov N.H.**Azerbaijan University of Architecture and Construction*

Xülasə: Qrunt şəraitinin seysmik təsirlərin intensivliyinə təsirini yada salsaq görərik ki, binalarda yaranan zədələnmələr qurunt şəraitindən asılı olaraq müxtəlif faiz nisbətindədir. Bina altına vurulmuş svayların binaya təsir edən zəlzələ yükünün üfüqi qiymətinə təsirinin araşdırılması. Zəlzələ təsirinin qiymətinin dərinlikdən asılı olaraq dəyişmə xarakteri.

Açar sözlər: Zəlzələ, lay, rəqs, seysmik, dalğa, təcil, akseleroqram, sınaq, qrafik, qurunt, seysmiki sərtlilik, intensivlik.

Аннотация: Если вспомнить влияние грунтовых условий на интенсивность сейсмических воздействий, то увидим, что ущерб, наносимый зданиям, в процентном отношении различается в зависимости от грунтовых условий. Исследование влияния свай, забитых под зданием, на горизонтальную величину сейсмическая нагрузка, действующая на здание. Характер изменения величины воздействия землетрясения в зависимости от глубины.

Ключевые слова: землетрясение, слой, колебание, сейсмический, волна, ускорение, акселерограмма, испытание, график, грунт, сейсмическая жесткость, интенсивность.

Summary: If we recall the influence of soil conditions on the intensity of seismic impacts, we will see that the damage caused to buildings varies in percentage terms depending on soil conditions. Study of the influence of piles driven under a building on the horizontal value of the seismic load acting on the building. The nature of the change in the magnitude of the earthquake impact depending on the depth.

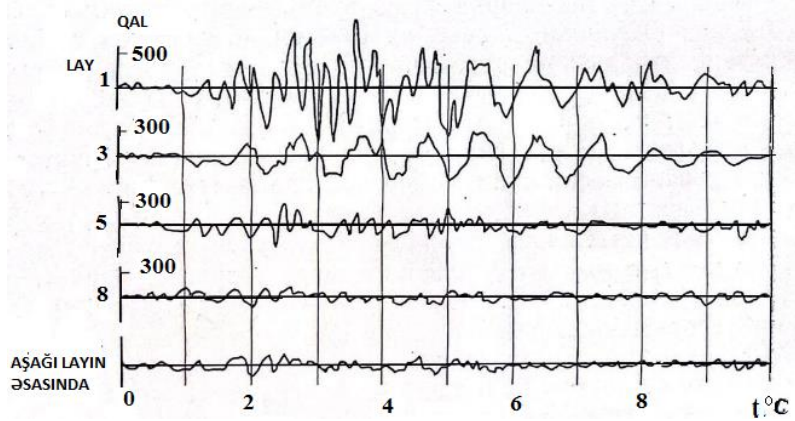
Keywords: earthquake, layer, vibration, seismic, wave, acceleration, accelerogram, test, graph, soil, seismic rigidity, intensity.

Qrunt şəraitinin seysmik təsirlərin intensivliyinə təsirini yada salsaq görərik ki, binalarda yaranan zədələnmələr qurunt şəraitindən asılı olaraq müxtəlif faiz nisbətindədir. Zəlzələ nəticələrinin təhlili göstərir ki, bir-birinə yaxın yerləşən müxtəlif qurunt şəraitində inşaa edilmiş eyni tipli qurğular müxtəlif dərəcədə zədələnməyə məruz qalmışdılar. Məsələn: 7 dekabr 1974 -cü ildə Tonankanda (Yaponiyada) baş vermiş zəlzələdən episentrdən bərabər məsafədə yerləşmiş ağac konstruksiyalarından olan binalarda zədələnmələr faizlə aşağıdakı kimi olmuşdur. Sulu gilli qruntlarda – 26,1 % , qum qruntda -3,5 % , qaya qruntda – 0,2 % . Qrunt şəraitinin təsirinin iki əsas səbəbini göstərmək olar. Birinci dərin qatda təbii suxur üzərində yerləşmiş üst səth layının dinamik xarakteristikası. İkinci səbəb qrunnun rəqsi hərəkəti zamanı zədələnməsi və bu səbəbdən də qrunnun yükdaşıma qabiliyyətinin azalması. Seysmik dalğanın təsirindən təbii suxurun rəqsi üst qatlarda onların dinamik sərtliliyindən asılı olaraq rəqsi hərəkə yaradır.

Üst layın qalınlığı kifayət qədər çox olduqda, həmin layın məxsusi rəqsinin xarakteristikası məcburedici qüvvənin (təbii süxurun rəqsinin) xarakteristikaları ilə uyğun olduqda rezonans

hesabına üst layın güclənmiş rəqsi təbii süxurda (birinci qatda) olan rəqslərdən artıq olur. Üst laydakı qruntda hərəkətin intensivliyinin dərin qatdakı laylardakı intensivliklə müqayisəsi həm nəzəri, həm də eksperimental tədqiqatlarla təsdiqlənmişdir. Şək.1-də 8 laylı (müxtəlif qruntlar) qruntda dalğanın təcili göstərilmişdir və aşağıda birinci laydakı qrunnt qaya qrunttur.

Təcilin qiyməti 100 sm / san^2 (qal) göstərilmişdir. Şək.2b X.Kaboyaşın tərəfindən birinci lay qrunntu qaya qrunnt olan 8-laylı qruntda rəqsi hərəkətin akseleroqramı verilmişdir. Rəqsi hərəkət süni yolla qaya qruntda yaradılmışdır. Bu rəqsi hərəkətin akseleroqramı El-Tsendro (ABŞ) baş vermiş zəlzələnin akseleroqramına uyğundur, maksimum təcili 100 qala qədər gətirilmiş El-Tsendroda (ABŞ) baş vermiş zəlzələnin akseleroqramına uyğundur.



Şəkil 1.

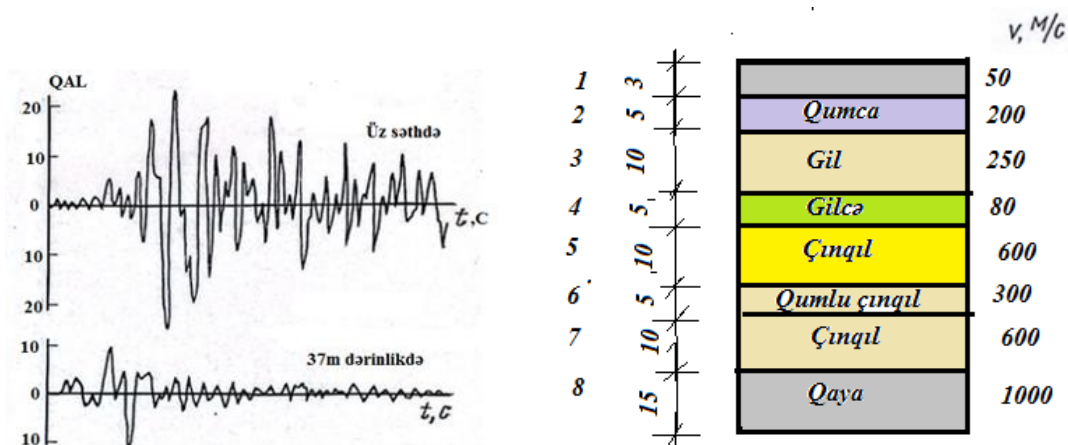
Təcilin qiyməti 100 sm / san^2 (qal) göstərilmişdir. Şək.1-də X.Kaboyaşın tərəfindən nəzəri yolla birinci lay qrunntu qaya qrunnt olan 8-laylı qruntda rəqsi hərəkətin akseleroqramı verilmişdir. Rəqsi hərəkət süni yolla qaya qruntda yaradılmışdır. Bu rəqsi hərəkətin akseleroqramı El-Tsendro (ABŞ) baş vermiş zəlzələnin akseleroqramına uyğundur, maksimum təcili 100 qala qədər gətirilmiş El-Tsendroda (ABŞ) baş vermiş zəlzələnin akseleroqramına uyğundur. Bu şərt daxilində səthi qrunntun səthində təcil 1000 qal olur, buna əsas səbəb üst qatın dinamik xarakteristikası. Anoloji olaraq Yaponiyada sınaq aparılmışdır. Sınaq üçün dərinliyi 37 m olan quyu qazılmış quyunun dibində və üst səthdə eyni vaxtda təcilin yazısı aparılmışdır (rəqs süni olaraq yaradılır). Rəqsin intensivliyi çox kiçik olmuşdur. Şək.2-də aparılmış sınağın akseleroqramının yazısı göstərilmişdir.

Qrafikdən görünür ki, quyunu dibindəki təcillə müqaisədə üst səthdə təcilin qiyməti xeyli artmışdır. Qeyd etmək olar ki, sıxlığı çox olan qrunnt üzərində olan zəif qruntlarda səthdə rəqsin intensivliyini artırır. Məhz bu səbəbdən qruntlar kateqoriyalara bölünmüşdür. Zəlzələnin nəticələrinin təhlili əsasında rəqsin intensivliyinin qrunntun kateqoriyasından asılı artımı ΔJ müəyyən edilmişdir. Qrunntun seysmiki sərtliliyindən $(\vartheta \cdot \rho)$ asılı olaraq belə halda ΔJ -in qiyməti bir üst qat üçün

$$\Delta J = 1,67 \cdot [\lg(v_0 \cdot \rho_0) - \lg(v_n \cdot \rho_n)]$$

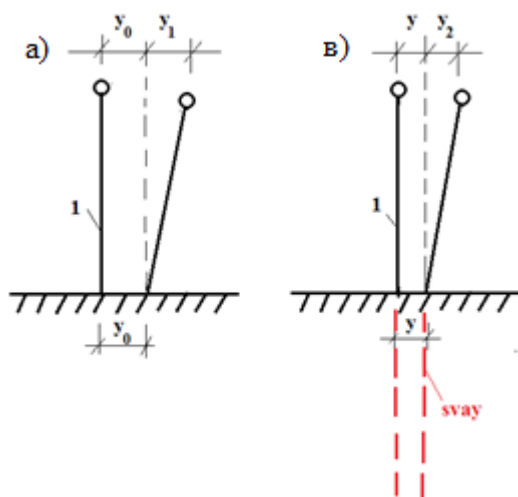
$(v_0$ və $v_n)$ –seysmik dalğaların qranitdə (etalon qruntda) və baxılan qruntda yayılma sürətidir, ρ_0 və ρ_n -qranitin və baxılan qrunntun sıxlıdır. Ana süxurun üzərində bir neçə müxtəlif qrunnt olarsa (müxtəlif $\vartheta_i \cdot \rho_i$) belə halda 10m qalınlıq həddində orta sərtlik aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$(v_n \cdot \rho_n)_{orta} = \sum_{i=1}^n v_i \cdot \rho_i \cdot H_i / \sum_{i=1}^n H_i$$



Şəkil. 2

Yuxarıda göstərilənləri nəzərə olaraq qeyd etmək olar ki, zəlzələ zamanı səthi dalğalar səthi qrunun kateqoriyasından asılı olaraq müxtəlif yerdəyişmələr alır. Binanın yerdəyişməni azaltmaq üçün onun altına vurulan svayların böyük təsiri vardır. Əgər eyni qrun şəraitində yerləşən binaların zəlzələ zamanı üfüqi yerdəyişməsinə nəzər salsaq görürük ki, svay olmayan binada yerdəyişmə svay olan haldakından xeyli çoxdur. Bax şəkl. 3 (a və b)



Şəkil 3.

Şəkildə görünür ki, $y_0 > y$ və $y_1 > y_2$

Bunu belə izah etmək olar:

Zəlzələ zamanı svay ilkin vəziyyətinə paralel yerdəyişmə ala bilmir, çünki üst tərəf çox, dib isə az yerdəyişmə alır. Bina səthi qrun üzərində hərəkət etmək istəyəndə svayı dartıb yuvasından çıxarmaq istəyir və enerjinin xeyli hissəsi buna sərf olunur və binanın yerdəyişməsi kiçik alınır. Hər iki hal üçün binada yaranan ətalət qüvvəsinin qiyməti:

Svay olmayan halda

$$m \cdot (y_0'' + y_1'') = S_0$$

Svay olan halda

$$m \cdot (y'' + y_2'') = S$$

S_0 və S - ətalət qüvvələridir

$$m \cdot y_0'' > m \cdot y'' \text{ olduğu üçün}$$

$$m \cdot y_1'' > m \cdot y_2'' \text{ olacaqdır.}$$

$(m \cdot y_0'')$ - ətalət qüvvəsinin qurğuda yaratdığı yerdəyişmə (y_1) ,

$(m \cdot y'')$ - ətalət qüvvəsinin qurğuda yaratdığı yerdəyişmədən (y_2) -dən çox olacaqdır.

Nəticələr

1. Qurğuya təsir edən zəlzələ yükünün qiyməti az alınacaqdır.
2. Bina altında vurulan svaylar binaya təsir edən zəlzələ yükünün üfüqi qiymətini azaldır.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. AzDTN 2.3-1 “Seysmik rayonlarda tikinti”, Bakı-2009.
2. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. Учеб. Пособие для вузов-2с изд.-М.: Высш. школа, 1983 г. -304с.
3. Окамота Ш. Сейсмостойкость инженерных сооружений. Пер. с англ-М. :Стройздат, 1980 г. -342с.
4. Корчинский Н.Л.и.др,“Сейсмостойкое строительство зданий” Учеб. Пособие для вузов. Высш. школа,1971 г. -320с.
5. Елисеев С.В., Нерубенко Г.П. “Динамические гасители колебаний” Новосибирск. Наука 1982 г.-144с.

УДК 614.8

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РИСКОВ И ВЫБОР МЕРОПРИЯТИЙ
ПО УПРАВЛЕНИЮ ИМИ НА ОБЪЕКТАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ
НА ТЕРРИТОРИЯХ С ВЫСОКОЙ ОПОЛЗНЕВОЙ ОПАСНОСТЬЮ***к.т.н. Габиров Ф.Г.* член ученого совета АзНИИСА, E-mail: farchad@yandex.ru*инженер-геолог Зейналов А.З.* E-mail: arzuzeinalov@gmail.com*докторант Байрамова К.К.* Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет,E-mail: konulbayramova55@gmail.com**RİSKLƏRİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ METODOLOGİYASININ HAZIRLANMASI VƏ
SÜRÜŞMƏ TƏHLÜKƏSİ YÜKSƏK OLAN ƏRAZİLƏRDƏ YERLƏŞƏN OBYEKTŁƏRDƏ
ONLARIN İDARƏ OLUNMASI ÜÇÜN TƏDBİRLƏRİN SEÇİLMƏSİ***tex. üzrə.f.d. Həbibov F.H., mühəndis-geolog Zeynalov A.Z.**doktorant Bayramova K.K.* Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti**DEVELOPMENT OF RISK ASSESSMENT METHODOLOGY AND SELECTION
OF RISK MANAGEMENT MEASURES AT FACILITIES LOCATED
IN AREAS WITH HIGH LANDSLIDE RISK***Ph.D. Gabibov F.G., engineer-geolog Zeynalov A.Z.**doctorant Bayramova K.K.* Azerbaijan University of Architecture and Construction

Аннотация: В качестве количественной меры риска использован показатель, одновременно учитывающий две характеристики оползня: 1) вероятность наступления оползня; 2) величину причиняемого оползнем ущерба. Вероятность получения ущерба от оползня определяется как условная вероятность, зависящая от вероятности наступления неблагоприятного события и вероятности получения ущерба от оползня, вызванного этим событием. Приводится графическая методика сопоставления подходов в определении параметров риска оползня при предусмотрении и непредусмотрении защитных мероприятий. Для оценки величины интегрального риска использовано условие объединения рисков различных негативных событий. При известных значениях стоимостных показателей результатов и затрат получена формула для определения абсолютной величины эффекта от внедрения защитных инженерных мероприятий по снижению риска на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью. В качестве меры эффективности использован относительный показатель снижения риска аварий или катастроф на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью на единицу стоимости затрат на мероприятия по его снижению.

Ключевые слова: риск, оползень, методика, вероятность, ущерб, опасность, территория, инженерное мероприятие.

Xülasə: Kəmiyyət risk ölçüsü olaraq, eyni zamanda sürüşmənin iki xüsusiyyətini nəzərə alan bir göstərici istifadə edilmişdir: 1) sürüşmənin baş vermə ehtimalı; 2) sürüşmənin vurduğu zərərin miqdarı. Sürüşmədən zərər alma ehtimalı, əlverişsiz bir hadisənin baş vermə ehtimalından və bu hadisənin səbəb olduğu sürüşmədən zərər alma ehtimalından asılı olaraq şərti bir ehtimal olaraq təyin olunur. Sürüşmə riskinin parametrlərinin müəyyənləşdirilməsində yanaşmaların müqayisə edilməsinin qrafik metodologiyası qoruyucu tədbirlərin təmin edilməsi və nəzərdən keçirilməməsi ilə təmin edilir. İnteqral riskin dəyərini qiymətləndirmək üçün müxtəlif mənfi hadisələrin risklərini birləşdirmək şərtindən istifadə olunur. Nəticələrin və xərclərin maya dəyəri göstəricilərinin məlum dəyərləri ilə sürüşmə təhlükəsi yüksək olan ərazilərdə yerləşən obyektlərdə riskin azaldılması üçün qoruyucu mühəndislik tədbirlərinin həyata keçirilməsinin təsirinin mütləq dəyərini müəyyənləşdirmək üçün bir düstur əldə edilmişdir. Səmərəlilik tədbiri olaraq, sürüşmə təhlükəsi yüksək olan ərazilərdə yerləşən

obyektlərdə qəza və ya fəlakət riskinin azaldılması üçün tədbirlərin maya dəyərinin vahidinə düşən nisbi göstəricidən istifadə edilmişdir.

Açar sözlər: risk, sürüşmə, texnika, ehtimal, zərər, təhlükə, ərazi, mühəndislik hadisəsi.

Summary: An indicator that simultaneously takes into account two characteristics of a landslide is used as a quantitative measure of risk.: 1) the probability of a landslide; 2) the amount of damage caused by the landslide. The probability of damage from a landslide is defined as a conditional probability depending on the probability of an adverse event and the probability of damage from a landslide caused by this event. A graphical methodology is presented for comparing approaches in determining the parameters of landslide risk in the provision and non-provision of protective measures. To assess the magnitude of the integral risk, the condition of combining the risks of various negative events was used. With known values of cost indicators of results and costs, a formula has been obtained to determine the absolute magnitude of the effect of implementing protective engineering measures to reduce risk at facilities located in areas with high landslide risk. As a measure of effectiveness, the relative indicator of reducing the risk of accidents or catastrophes at facilities located in areas with high landslide risk per unit cost of measures to reduce it was used.

Keywords: risk, landslide, methodology, probability, damage, danger, territory, engineering event.

1. Введение: В большинстве научных исследований в понятие «риск» наряду с вероятностью наступления неблагоприятного события вкладывается и другая, связанная с этим событием характеристика, - размер наносимого ущерба. Это приводит к трактовке количественной меры риска как математического ожидания ущерба, определяемого на множестве возможных неблагоприятных событий (величины среднего риска).

Если исходить из того, что если в результате оползня ущерб равен нулю, то никакой объект деформированной и разрушенной территории не подвергается риску. Аналогичная ситуация имеет место и при нулевой вероятности наступления оползня, хотя возможный ущерб от него был бы огромен. Ситуация воспринимается как опасная, рисковая только в тех случаях, когда вероятность оползня и возможный ущерб от его проявления отличны от нуля или реальны в житейском понимании.

Изучению проблем анализа и оценки риска оползневых процессов посвящены работы И.Т.Айтматова, К.Ч.Кожоголова и О.В.Никольской [1, 2], И.О.Тихвинского [3], А.Л.Рагозина [4], Х.Х.Эйнштейна и К.С.Карама [5], Н.Дженни [6], Г.П.Постоева [7], В.Г.Тишина [8], Р.И.Чоудхари и П.Фелентдже [9], К.Ш.Шадунца, С.И.Мация и Е.В.Безгуловой [10, 11] и других исследователей.

В ранее опубликованной статье авторов [12] проведен подробный анализ вышеуказанных работ и выявлено, что методические подходы различных авторов отличаются оригинальностью. При этом во всех исследованиях четко наблюдается системный подход. В зависимости от специализации различных авторов меняется и специфика системных подходов (инженерно-геологический, геомеханический, геоэкологический, геотехнический и смешанный), но практически во всех случаях в той или иной степени используются прикладные методы теории вероятностей.

Как отмечает У.Моррис [1], одна из основных трудностей в управленческой деятельности состоит в необходимости принимать решения в условиях неопределенности или при неполных знаниях о возможных последствиях, предпринимаемых действиях.

Основы науки об управлении сложными системами изложены в монографиях У. Морриса [13], М.Старра [14], Э.М.Хазена [15], Б.Гурней [16], И.В. Прангишвили [17], С.Янга [18] и др.

Как отмечают Н.А. Махутов и Р.С. Ахметханов [19], для оптимального управления рисками следует учитывать системные свойства объектов и системные свойства рисков. Анализ международного опыта в области разработки и применения организационных и экономических механизмов управления риском показывают, что существует достаточно большое число механизмов, направленных на снижение уровня риска [20, 21].

В.Н.Бурков [22] при исследовании механизмов управления уровнем риска считает, как это принято в теории активных систем, что структура эколого-экономической системы, в которой действует механизм, является двухуровневой. Верхний уровень занимает орган управления. Кроме того, на верхнем уровне могут находиться одна или несколько страховых организаций. Нижний уровень этой системы занимают объекты, деятельность которых несет в себе потенциальную угрозу возникновения ЧС.

2. Описание разработанной методики определения величины риска оползня на оползнеопасном склоне

В качестве количественной меры риска целесообразно использовать показатель, одновременно учитывающий две характеристики оползня: 1) вероятность наступления оползня; 2) величину причиняемого оползнем ущерба. Исходя из вышеизложенного, мерой риска оползня склона является показатель среднего риска оползня, рассчитываемый согласно следующей формуле:

$$R = \sum_{i=1}^n P_i X_i, \quad (1)$$

где P_i – вероятность получения ущерба от оползня X_i в результате одного из возможных воздействий на оползнеопасный склон; X_i – величина ущерба от оползня, выраженная в стоимостном выражении; R – количественная мера оползневого риска (средний оползневой риск), выражаемая в тех же показателях, что и ущерб; n – число возможных вариантов ущербов, которые могут быть при различных вариантах оползневых явлениях на оползнеопасном склоне.

Таким образом, для определения величины риска оползневых явлений согласно выражению (1) необходимо иметь информацию, выражающую соответствие значений P_i и X_i , $i=1, 2, \dots, n$. Такая информация в простейшем случае определяет закон распределения вероятностей в пространстве ущербов от оползневых явлений.

В предположении о непрерывной зависимости вероятности P_i от значений ущерба от оползня x получим

$$P_i = P(x), \quad (2)$$

а выражение (1) может быть представлено в интегральном виде:

$$R = \int_{-\infty}^{\infty} xP(x)dx. \quad (3)$$

В общем случае, когда ущерб от оползня может наступать вследствие различных неблагоприятных и не зависящих друг от друга событий (воздействий на оползнеопасный склон), средний риск оползневого проявления (процесса) может быть определен согласно следующей формуле:

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} X_i, \quad (4)$$

где P_{ij} – вероятность получения ущерба от оползня X_i при наступлении события (т.е. воздействия на оползнеопасный склон) j -го типа.

Вероятность получения ущерба от оползня из формулы (4) определяется как условная вероятность согласно следующему произведению:

$$P_{ij} = P_j P_i(j), \quad (5)$$

где P_j – вероятность наступления неблагоприятного события j -го типа (негативного воздействия на оползнеопасный склон), способствующего развитию оползня, $P_i(j)$ – вероятность получения ущерба от оползня X_i при негативном воздействии на оползнеопасный склон j -го типа.

При условии, что ущербы от различных воздействий на оползнеопасный склон измеряются по одной шкале (например, в стоимостном выражении), и с учетом формулы (5) для определения величины среднего риска оползня вместо выражения (4) можно использовать следующую формулу:

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_j P_i(j) X_i. \quad (6)$$

В формуле (6) P_i выражает закон распределения вероятностей воздействия негативных факторов на оползнеопасный склон, а $P_i(j)$ – законы распределения ущербов от оползней при каждом из таких негативных воздействий на оползнеопасный склон.

Формулы (1) – (6) определяют величину среднего риска оползня на оползнеопасном склоне вне зависимости от деятельности объекта, расположенного на склоне и подвергающегося оползневой опасности. В качестве объекта на оползневом склоне целесообразно рассматривать систему “сооружение + человек + технология + биота”. В общем случае объект в лице человека (строящего, эксплуатирующего сооружения и контролирующего технологии и биоту) может совершать два вида деятельности.

1. Объект, находящийся на оползнеопасном склоне может принять меры с целью предотвращения или уменьшения потерь от неблагоприятного события (имеются ввиду защитные инженерные мероприятия). При этом сам объект не влияет на возможность его проявления. Риски таких событий получили название “чистые риски”. Указанные меры связываются с определенными затратами. В таком случае в формуле среднего риска оползня необходимо увязать вероятность ущерба от оползня $P_i(j)$ с произведенными затратами на его предотвращение (уменьшение). В этом случае выражение (6) примет следующий вид:

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_j P_i(j, z_j) X_i, \quad (7)$$

где $P_i(j, z_j)$ - вероятность возникновения ущерба от оползня X_i при наступления негативного воздействия j -го типа и выполненных защитных инженерных мероприятий от указанного негативного воздействия с затратами z_j .

Различия в формуле (6) с одной стороны и (7) с другой можно проиллюстрировать графиком, представленным на рис.1.

На рис.1 $P(x)$ означает распределение потерь при оползне склона при отсутствии защитных инженерных мероприятий, $P[X(z)]$ – соответствующая вероятность при выполнении защитных инженерных мероприятий.

$\Delta X = X - X(z)$ - снижение величины ущерба от оползня в результате осуществления защитных инженерных мероприятий.

2. Объект может занять авантюрную позицию по отношению к освоению или эксплуатации оползнеопасного склона, сознательно выбрать ситуацию, характеризующую другую вероятность проявления оползня (оползней) на указанном склоне. Объект может выбрать более рискованную ситуацию с большей вероятностью ущерба, рассчитывая получить дополнительные преимущества (при этом частично или полностью игнорируются требования нормативных документов по строительству и эксплуатации сооружений на оползнеопасных склонах). В большинстве случаев объект полагается на понятие «авось пронесет». Часто объект сознательно старается компенсировать сознательную авантюристичность страхованием своих вложений. Подобного рода риски можно назвать «авантюристично-спекулятивными рисками». С учетом возможности такого выбора величину среднего риска проявления оползня можно определить на основании следующего выражения:

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij}(V) P_j P_i(j) X_i, \quad (8)$$

где $g_{ij}(V)$ вероятность выбора объектом ситуации, характеризующейся вероятностью проявления оползня P_i на оползнеопасном склоне при негативном воздействии на склон j -го типа.

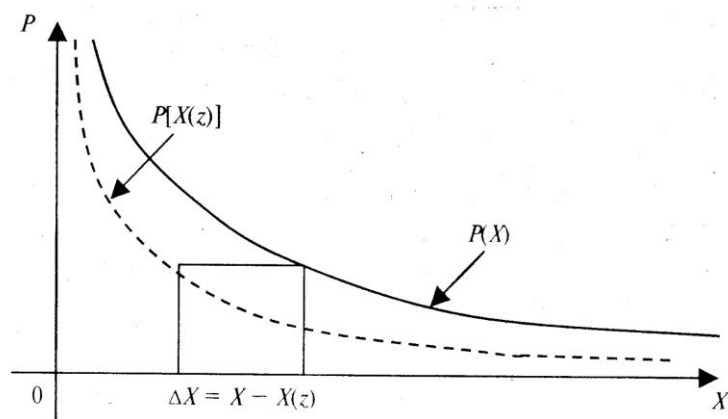


Рис.1. Сопоставление подходов в определении параметров риска оползневой реализации при осуществлении и неосуществлении на оползнеопасном склоне защитных инженерных мероприятий

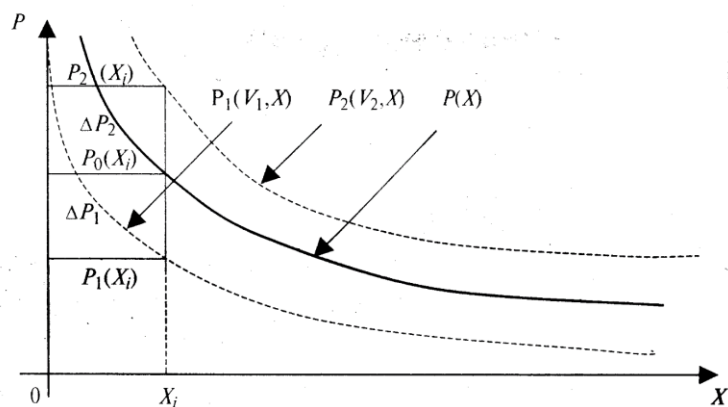


Рис.2. Сопоставление подходов в определении параметров риска оползневых проявлений на оползнеопасном склоне в исходном состоянии и при «авантюристичном» освоении

Особенность подхода к определению оползневой риска на основе выражения (8) может быть проиллюстрирована графиком, представленным на рис.2.

На рис.2 $P(X)$ означает закон распределения ущерба от оползней в исходном состоянии оползнеопасного склона, $P_1(V)$ закон распределения ущерба от оползней при более рискованной ситуации (авантюрный подход).

Как видно из рис. 1 и 2 при различных подходах к освоению оползнеопасных склонов можно достигнуть различного рода положительных и отрицательных рисков проявления оползней.

3. Выбор мероприятий по управлению рисками на территориях с высокой оползневой опасностью

Управление рисками на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью базируется на разработках общей теории риск-анализа и той ее части, которая относится к управлению рисками [23]. В связи с этим при формировании управляющих решений обычно используются общие принципы и подходы, научное обоснование которых разработано общей теорией риска.

Следует иметь в виду, что каждый из перечисленных подходов действует в рамках определенной системы мер, регулирующих управленческую деятельность по снижению риска на объектах, расположенных на территориях, подверженных оползням и условия ее осуществления. По своему составу они разделяются следующим образом:

- нормативно-правовые меры, которые представляют права и обязанности сторон, объектов и иных участников деятельности в сфере управления рисками;
- административные меры, которые связаны с осуществлением функций контроля за результатами и финансовым обеспечением видов деятельности (при необходимости - с принуждением к их исполнению);
- экономические меры, которые предполагают экономическое стимулирование деятельности по снижению риска на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью, организацию ее финансового обеспечения, экологических и социальных интересов общественного развития;
- технические меры, которые определяют область возможных технических решений по снижению риска на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью, связанных с проведением отдельных работ направленных на защиту от воздействия «поля повреждений и разрушений», вызванных негативным событием, на уменьшение потенциально - возможного ущерба и тому подобное.

Следует отметить, что нормативно-правовые и административные меры управления рисками на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью в общем случае формируют комплекс ограничений, безусловных обязанностей для различных участников этой деятельности, ограничивают рамки их возможного поведения в социально-экономической системе. Эффективность же деятельности по управлению рисками в этих рамках определяется правильностью выбора системы допустимых мер, рациональным использованием при их реализации имеющихся экономических и материальных ресурсов.

При разработке территориальных, инженерно-технических и экономических нормативно-правовых актов и использовании административных рычагов регулирования управления рисками на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью в значительном большинстве случаев принимаются во внимание экономические результаты. Если нормативно-правовая база и административная база мешают принятию экономически эффективных решений, то они, как правило, модифицируются, меняются по мере накопления опыта управления. Однако в конкретных условиях орган управления,

разрабатывая решения в сфере управления рисками на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью, всегда находится в рамках определенных нормативно-правовых, административных и экологических ограничений, которые он нарушать не должен. И эффективность принимаемых им решений по снижению риска зависит от экономической обоснованности выбираемой системы мер управления с учетом этих ограничений.

Совокупность технических мер воздействия на риск на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью, определяет пространство возможных решений, которые могут быть реально реализованы в каждой конкретной ситуации. Их состав связан с доступным уровнем научно-технического развития общества поскольку в условиях рынка необходимые техника и технологии могут быть приобретены практически без всяких ограничений при наличии финансовых возможностей.

Для практики риск-анализа чрезвычайно важное значение имеет принцип интегральной оценки опасностей, согласно которому управление рисками на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью должно комплексно рассматривать весь спектр событий и обусловленных ими рисков при разработке управленческих решений. Дело в том, что негативные события, вызывающие ущерб, и сами ущербы в реальной жизни могут быть взаимосвязаны между собой.

С точки зрения теории и практики оценки рисков на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью наиболее простая ситуация складывается при рассмотрении перечня негативных независимых событий. В этом случае интегральный риск $R_{инт}$ может быть представлен как простая арифметическая сумма рисков от каждого негативного события:

$$R_{инт} = \sum_i R_i, \quad (9)$$

где R_i - риск от i -го негативного события.

При наличии взаимосвязанных рисков на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью выражение (9) не подходит для оценки величины интегрального риска. В определенных ситуациях это обусловлено эффектами поглощения рисков. Поэтому для оценки величины интегрального риска следует использовать формулу объединения рисков различных негативных событий:

$$R_{инт} = \bigcup_i R_i, \quad (10)$$

где $\bigcup_i$ - представляет собой операцию объединения множеств.

В случае непересекающихся рисков на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью выражение (10) эквивалентно выражению (9).

Заметим, что простота или сложность формулы оценки интегрального риска на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью, автоматически не переносится на управленческие решения. Например, выражение (9) никоим образом не означает, что управление интегральным риском в каждом таком случае сводится к совокупности мер по управлению каждым из них. Это связано с тем, что часто меры по снижению риска на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью направлены на блокирование основного источника опасности.

Учет принципа интегральной оценки опасности при разработке управленческих мероприятий по снижению риска на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью на практике может значительно усложнить решение задачи, вывести ее

за рамки традиционных задач оптимизации на максимум эффективности при заданных ограничениях. Вследствие этого в практических исследованиях управляющие решения часто могут быть получены на основе методов, например, имитационного моделирования.

Это позволяет рассмотреть множество различных вариантов сценариев развития последствий негативных событий на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью с учетом вероятности каждого, сопоставить их между собой по последствиям, сложности и эффективности использования методов снижения риска для каждого из них. На основе такого сопоставления обычно выбирается наиболее «рациональная» система мер по снижению риска.

Следует отметить, что общие подходы к определению эффективности любых защитных мероприятий мало различаются в разных видах жизнедеятельности. Все они так или иначе предполагают сравнение, сопоставление результатов (W), достигнутых при помощи рассматриваемого набора мероприятий с затратами на них (Z).

При известных значениях стоимостных показателей результатов и затрат абсолютная величина эффекта от внедрения защитных инженерных мероприятий по снижению риска на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью может быть определена согласно следующей формуле:

$$E(Z, T) = W - Z = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i=1}^k W_{it} - \sum_{j=1}^n Z_{jt} \right), \quad (11)$$

где T – общее время эксплуатации предприятия, заложенное в проекте; W_{it} – результат по i –му направлению в период t ; Z_{jt} – затраты по j –му направлению в период t .

Учитывая, что результаты от внедрения защитных мероприятий в случае чистых рисков проявляются в виде снижения математических ожиданий ущербов, выражение (11) может быть представлено в следующем виде:

$$E(Z, T) = \sum_{t=1}^T \left\{ \sum_{i=1}^k [\bar{X}_{it} - \bar{X}_{it}(Z)] - \sum_{j=1}^n Z_{jt} \right\}, \quad (12)$$

где $\bar{X}_{it}$ – средний уровень ущерба, имевшего место в период t , до внедрения рискоснижающих защитных мероприятий на предприятии; $\bar{X}_{it}(Z)$ – средний уровень ущерба, определенный после внедрения рискоснижающего защитного мероприятия на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью.

Показатель

$$I(Z, T) = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i=1}^k \bar{X}_{it} + \sum_{j=1}^n Z_{jt} \right), \quad (13)$$

представляет собой суммарную величину издержек управления риском на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью при внедрении комплекса управляющих мероприятий Z .

В случае применения спекулятивных рисков на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью выражение (11) для оценки эффективности мероприятий может быть использовано следующее соотношение:

$$E(Z, T) = \sum_{t=1}^T [\bar{\Pi}_t(Z) - \bar{\Pi}_t], \quad (14)$$

риска, не обязательно связанных с его снижением; $\bar{\Pi}_t$ – среднеожидаемая прибыль в отсутствии этих мер.

В общем случае ожидаемая прибыль должна оцениваться с учетом распределения вероятности возможных методов деятельности объекта, расположенного на территории с высокой оползневой опасностью, риска потерь от негативных событий и затрат на осуществление мероприятий по управлению рисками:

$$\bar{P}_t = \bar{D}_t(Z) - R_t(Z) - \sum_{j=1}^n Z_{jt}, \quad (15)$$

где $\bar{D}_t(Z)$ - ожидаемая величина дохода в году t , при выборе стратегии управления рисками, характеризуется набором затрат Z_{jt} , $j = 1, 2, 3, \dots, n$; $R_t(Z)$ - уровень риска на объекте, расположенном на территории с высокой оползневой опасностью в году t , оцениваемый по среднеожидаемой величине ущерба.

Аналогичным образом определяется и прибыль в отсутствии мероприятий Z . В реальной ситуации показатели $\bar{P}_t$ и $\bar{P}_t(Z)$ могут меняться местами, например, в тех случаях, когда для объекта, расположенного на территории с высокой оползневой опасностью сознательно выбирается более рискованное решение в надежде получить большую прибыль, отказываясь в связи с этим от осуществления известных защитных мероприятий.

В качестве меры эффективности может быть использован относительный показатель снижения риска аварий или катастроф на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью на единицу стоимости затрат на мероприятия по его снижению

$$E(R/Z) = \frac{R_1 - R(Z)}{Z} = \frac{\sum_t R_{1t} - \sum_t R_t(Z)}{\sum_t Z_t}, \quad (16)$$

где R_1 - показатель риска на предприятии до внедрения защитных мероприятий;

$R(Z)$ - показатель риска на предприятии после внедрения защитных мероприятий;

Z - стоимость защитных мероприятий по снижению риска на предприятии;

$R_{1t}, R_t(Z), Z_t$ - значения рассматриваемых показателей в период t .

В основе выражения (16) рассматриваются показатели как индивидуального, так и социального риска на объекте, расположенном на территории с высокой оползневой и обвальной опасностью.

Выводы:

1. В качестве количественной меры риска использован показатель, одновременно учитывающий две характеристики оползня: 1) вероятность наступления оползня; 2) величину причиняемого оползнем ущерба;
2. Вероятность получения ущерба от оползня определяется как условная вероятность, зависящая от вероятности наступления неблагоприятного события и вероятности получения ущерба от оползня, вызванного этим событием;
3. Приводится графическая методика сопоставления подходов в определении параметров риска оползня при предусмотрении и непредусмотрении защитных мероприятий. Для оценки величины интегрального риска использовано условие объединения рисков различных негативных событий;
4. При известных значениях стоимостных показателей результатов и затрат получена формула для определения абсолютной величины эффекта от внедрения защитных инженерных мероприятий по снижению риска на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью;

5. В качестве меры эффективности использован относительный показатель снижения риска аварий или катастроф на объектах, расположенных на территориях с высокой оползневой опасностью на единицу стоимости затрат на мероприятия по его снижению.

Литература

1. Айтматов И.Т., Кожогулов К.Ч., Никольская О.В. Геомеханика оползнеопасных склонов. Бишкек, ИЛИМ, 1999, 209 с.
2. Кожогулов К.Ч., Никольская О.В. Оценка риска формирования и активизации оползней при освоении горных территорий Кыргызстана. Материалы Всероссийской конференции «РИСК – 2003», Т.1, М., Издательство Российского университета дружбы народов, 2003, с.138-142.
3. Тихвинский И.О. Оценка оползневого риска на региональном и локальном уровнях. Материалы Общероссийской конференции «РИСК – 2000», М., Анкил, 2000, 480 с.
4. Природные опасности России. Оценка и управление природными рисками (Под редакцией Рагозина А.Л.). М., КРУК, 2003, 320 с.
5. Einstein H.H., Karam K.S. Risk assessment and uncertainties. Int.conf. “Landslides-Causes, Impacts and Countermeasures”. Davos, Switzerland, 2001, p.457-488.
6. Jenny N. Decision analysis under risk and uncertainty at contaminated sites. A literature review. Swedish Geotechnical Institute Varia 501, Linköping, 2001, 76 p.
7. Постоев Г.П. К вопросу количественной оценки оползневого риска. Материалы Всероссийской конференции «РИСК-2003», Т.2, М., Издательство Российского университета дружбы народов, 2003, с.48-50.
8. Тишин В.Г. Методика построения карты риска для оползневой территории города Ульяновска. Материалы Всероссийской конференции «РИСК-2006», М., Издательство Российского университета дружбы народов, 2006, с.219-222.
9. Chowdhury R., Flentje P. Role of slope reliability analysis in landslide risk management. Bul.Eng.Geol. Env., 62, 2003, p.41-46.
10. Шадунц К.Ш., Маций С.И., Безуглова Е.В. Анализ риска возникновения оползней на основе вероятностных расчетов. Проектирование, строительство и техническая эксплуатация зданий и сооружений. Сборник научных трудов Кубанского Государственного аграрного университета, Краснодар, 2002, с.166-178.
11. Маций С.И., Безуглова Е.В. Оползневая опасность и риск смещения грунтов на склонах. «Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология», №6, 2007, с.537-546.
12. Габибов Ф.Г., Мамедов Ф.Ш. О состоянии вопроса изученности проблем анализа и оценки риска оползневых процессов. «Экология и водное хозяйство», №3, Баку, 2008, с.67-74.
13. Моррис У.Т. Наука об управлении. М., Мир, 1971, 304 с.
14. Старр М. Управление производством. М., Прогресс, 1968, 398 с.
15. Хазен Э.М. Методы оптимальных статистических решений и задачи оптимального управления. М., Советское радио, 1968.
16. Гурней Б. Введение в науку управления. М., Прогресс, 1969, 430 с.
17. Прангишвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами. М., Наука, 2003, 428 с.
18. Янг С. Системное управление организацией. М., Советское радио, 1972, 456 с.
19. Махутов Н.А., Ахметханов Р.С. Системный подход к оценке и управлению рисками// Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, №5, 2012, с. 56-68.
20. Бурков В.Н., Грацианский Е.В., Дзюбко С.И., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления безопасностью. М., Синтез, 2001, 160 с.
21. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Экономические механизмы управления уровнем риска природно-техногенной сферы// Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, №4, 2009, с. 30-39.
22. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами. М., Физматлит, 2008, 243 с.
23. Владимиров В.А., Измалков В.И., Измалков А.В. Оценка риска и управление техногенной безопасностью. М., ФИД "Деловой экспресс", 2002, 184 с.

UOT 691.7

**PERLİT, VERMİKULİT ƏSASINDA İSTİLİK İZOLYASIYA
MATERİALLARININ FİZİKİ- MEXANİKİ XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI**

*elmi işçi Qarayeva N.V. Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi Tədqiqat İnstitutu,
ORCID ID-0009-0001-8333-6823*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЕРЛИТА И ВЕРМИКУЛИТА**

научный сотрудник Гараева Н.В. Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры

**INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THERMAL
INSULATION MATERIALS BASED ON PERLITE AND VERMICULITE**

Garayeva N.V. Azerbaijan Scientific Research Institute of Construction and Architecture

Xülasə: Məqalədə perlit və vermikulitin istilik izolyasiya materialları kimi xüsusiyyətləri, tətbiq sahələri və üstünlükləri araşdırılmışdır. Perlit vulkanik mənşəli, məsaməli material olub, yüksək temperaturda genişlənmə qabiliyyəti sayəsində yüngül və effektiv istilik izolyasiya materialı kimi istifadə olunur. Vermikulit isə laylı quruluşu və istilik təsirinə məruz qaldıqda genişlənmə xüsusiyyəti ilə fərqlənir, bu da onu yanğına davamlı və yüksək səmərəli izolyasiya materialı kimi ön plana çıxarır. Araşdırmada bu materialların istilik keçiriciliyi, məsaməlilik, yanğına davamlılıq və ekoloji dayanıqlıq baxımından müqayisəsi aparılmışdır. Nəticələr göstərir ki, həm perlit, həm də vermikulit yüngüllüyü, yüksək istilik izolyasiyası və davamlılığı sayəsində tikinti və sənaye sahələrində geniş tətbiq oluna bilər. Məqalədə bu materialların müxtəlif emal üsulları və onların istilik izolyasiya xüsusiyyətlərinə təsiri də müzakirə edilmişdir.

Açar sözlər: Perlit, vermikulit, istilik izolyasiyası, yanğına davamlı materiallar, məsaməli materiallar, tikinti izolyasiyası, ekoloji təmizlik, yüngül izolyasiya materialları, istilik keçiriciliyi, sənaye tətbiqləri.

Аннотация: В статье исследуются свойства, области применения и преимущества перлита и вермикулита в качестве теплоизоляционных материалов. Перлит – это пористый материал вулканического происхождения, который обладает способностью к расширению при высоких температурах, благодаря чему используется как легкий и эффективный теплоизоляционный материал. Вермикулит, в свою очередь, отличается слоистой структурой и способностью к расширению под воздействием тепла, что делает его огнестойким и высокоэффективным изоляционным материалом. В исследовании проведено сравнение этих материалов с точки зрения теплопроводности, пористости, огнестойкости и экологической устойчивости. Результаты показывают, что как перлит, так и вермикулит благодаря своей легкости, высокой теплоизоляции и долговечности находят широкое применение в строительстве и промышленности. В статье также обсуждаются различные методы обработки этих материалов и их влияние на теплоизоляционные свойства.

Ключевые слова: перлит, вермикулит, теплоизоляция, огнестойкие материалы, пористые материалы, строительная изоляция, экологическая чистота, легкие изоляционные материалы, теплопроводность, промышленные применения.

Summary: The article examines the properties, applications, and advantages of perlite and vermiculite as thermal insulation materials. Perlite is a porous material of volcanic origin that expands at high temperatures, making it a lightweight and effective thermal insulation material. Vermiculite, on the other hand, has a layered structure and expands when exposed to heat, which makes it a fire-resistant and highly efficient insulation material. The study compares these materials in terms of thermal conductivity, porosity, fire resistance, and environmental sustainability. The results show that both perlite and vermiculite, due to their lightweight nature, high thermal insulation properties, and durability, are widely used in construction and industrial applications. The article also discusses various processing methods of these materials and their impact on thermal insulation properties.

Key words: perlite, vermiculite, thermal insulation, fire-resistant materials, porous materials, building insulation, environmental sustainability, lightweight insulation materials, thermal conductivity, industrial applications.

İstilik izolyasiya materialları üçün nəzərdə tutulan tələblər:

- quraşdırdıqda və istismar etdikdə onun etibarlı olmasını təmin edən möhkəmlikli olmalı;
- onların çürüməsinə və gəmirici heyvanlar tərəfindən tələf edilməsinə yol verilməyən bioloji dayanıqlıqlı olmalı;
- maye və qazların təsirindən dağılmamasını təmin edən kimyəvi davamlı olmalı;
- material quru və qeyri-hiqroskopik olmalıdır.

Vermikulit slüdların (daş mineralları) aşınma məhsuludur. Onu qızdırdıqda köpür və çox nazik lövhəciklərə ayrılır ki, bunların arasında hava layları əmələ gəlir. Vermikulit mineral maddə olduğu üçün temperatura davamlılığı yüksəkdir. 1100°C-yə yaxın temperaturlarda vermikulit çox kövrək olur, ərimə temperaturu isə 1400°C-yə yaxındır.

Vermikuliti istilik-izolyasiya materialı kimi işlədikdə onu dənələri 15 mm-dən çox olmamaq şərti ilə xırdalamaq və yandırmaq lazımdır. Vermikulitin yandırılmasından alınan istilik-izolyasiya materialına zonolit deyilir. Zonolit temperaturu 1100°C-yə qədər olan sənaye avadanlığının istilik-izolyasiyası üçün işlədilir. Zonolit, qızılı rəngli dənələrdən ibarət materialdır. Quru zonolitın həcm çəkisi 150 kq/m³-ə qədər, 100°C-də istilikkeçirmə əmsalı 0,090, 300°C-də 0,14 kkal/m. Nəmliyi isə 3%-dən çox olmamalıdır.

Perlit eyni adlı süxurlardan, həmçinin obsidian və başqa şüşəyəbənzər süxurdan alınır. Bütün bu süxurların ümumi xassəsi tərkibində az miqdarda suyun olmasıdır. Yüksəkməsaməli perlitin alınmasına səbəb həmin süxurları yandırarkən, onların tərkibindəki suyun xaric olmasıdır. Perlit yandırılarkən həcmi 20 dəfəyə kimi artır. Perlitin köpdürülməsi prosesi dörd mərhələdən ibarətdir: süxurun xırdalanması, yandırılması, yandırılmış materialın fraksiyalara ayrılması və qablaşdırılması. Köpdürülmüş perlitin həcm çəkisi 160-250 kq/m³, məsaməliliyi 86-88%, o cümlədən açıq məsamələr 5-20%, 100°C temperaturda istilikkeçirmə əmsalı 0,052 kkal/m. dər. saat-dır. Köpdürülmüş perlit yüksək qızmış səthləri izolyasiya etmək üçün istidən və səsdən mühafizə edən suvaqlarda və yüngül betonda doldurucu kimi istifadə olunur /1/.

İstilik izolyasiya materiallarının keyfiyyətini müəyyən edən xassələr bunlardır: məsəlillik, sıxlıq, möhkəmlik, nəmlik, suhopma, bioloji dayanıqlıq, saxtadayamlılıq, odadayanıqlıq, temperatura dayanıqlıq, istilikkeçirmə /2/.

Perlit və vermikulit əsasında istilik izolyasiya materiallarının xassələri bir çox tədqiqatçılar tərəfindən ətraflı şəkildə öyrənilmişdir /3/. Cədvəl 1-də Rusiyə və Ukraynada istehsal olunan materialların xüsusiyyətləri təsvir olunmuşdur:

Perlit əsasında istilik izolyasiya materiallarının xüsusiyyətləri Cədvəl 1.

Materiallar	Tətbiq sahəsi	Tökülmüş halda sıxlığı, kq/m ³	Quru halda sıxlığı kq/m ³	İstilik keçiriciliyi (quru halda), Vt	Su hopması (24 saat ərzində), q/sm ³	Sıxılmada möhkəmliyi, MPa	İstilik keçiriciliyi, mq
Köpdürülmüş perlit	Divar, döşəmə və örtüyün tökmə izolyasiyası	75-80	-	0,039	-	0,1	0,38
Sement-perlitli suvaq	Xarici divarın əlavə istilik izolyasiyası	-	400-600	0,09-0,12	0,4-0,2	0,8-2,5	0,19-0,16
Sement-perlitli suvaq (rəngli)	Xarici divarın perlit və qazobetonndan əlavə istilik və hidroizolyasiyası	-	600-800	0,12-0,16	0,1-0,07	2,5-50	0,14-0,11
Yüngül hörgü məhlulu	Hörgü üçün içi boş keramika daşlar və perlit beton bloklar	-	800-1200	0,16-0,28	-	5-10	0,16-0,13

Süxurların kimyəvi tərkibi cədvəl 2-də, mineroloji tərkibi isə cədvəl 3-də təqdim edilmişdir /3/. Aparılan analiz nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq olunan perlitin mineroloji tərkibi əsasən amorf kütlədən və 25% kristobalitdən təşkil olunmuşdur. Həmçinin 2% miqdarında isə Pb₂O₃-ə də rast gəlinir. Məlumdur ki, perlit vulkanik mənşəli süxurdur. O lavanın sürətlə soyuması (bərkləşməsi) nəticəsində əmələ gəlir və tərkibinin əsas hissəsi vulkanik şüşə - obsidiandan təşkil olunmuşdur. Sonradan, yeraltı suların təsiri altında onun nəmlənməsi baş verir və nəticədə perlit əmələ gəlir. Perlit yüksək köpmə qalıbiyyətinə malik olan süxurdur. Hər iki süxur 900-1000°C-ə qədər olan temperaturda yanma nəticəsində öz həcmi iyirmi dəfəyə qədər artırır.

Köpdürülmüş perlit bir sıra texniki xüsusiyyətlərinə görə (yüngül və ekoloji cəhətdən təmizdir, insan orqanizminə heç bir mənfi təsiri aşkar edilməmişdir, yüksək temperatura davamlıdır, istilik və səs izolyasiyasını təmin edir) müvəffəqiyyətlə tikintidə tətbiq edilir.

Vermikulitin mineroloji tərkibində vermikulit mineralından (40%) başqa, həmçinin illit (30%) və ferropirufillit mineralına (20%) da rast gəlinir /4/, /5/.

Süxurların kimyəvi tərkibi (kütlə üzrə %-lə)

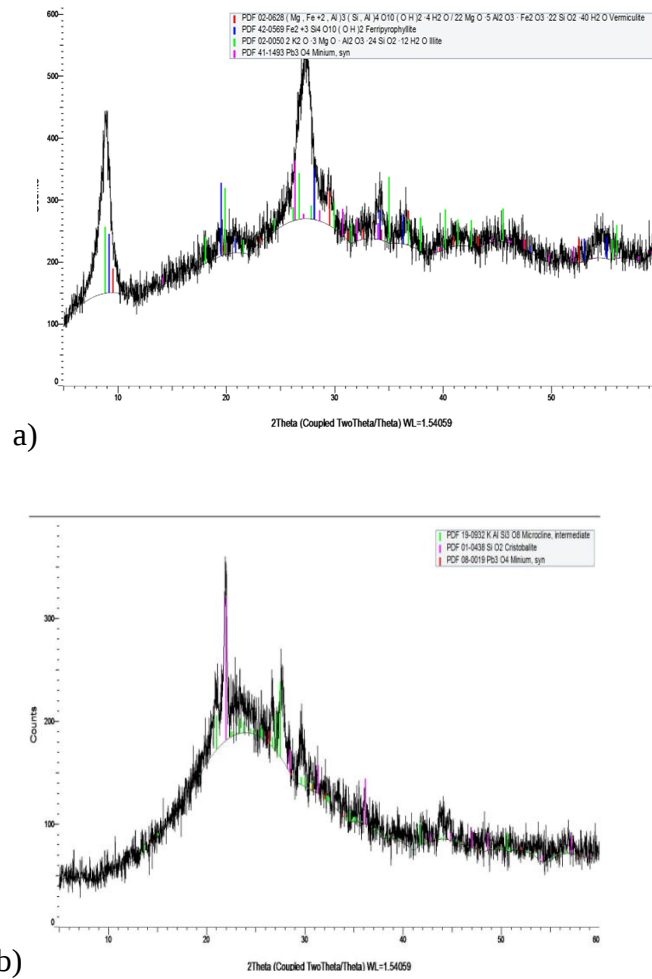
Cədvəl 2

Süxurun adı	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	TiO ₂	MnO	BaO	Cr ₂ O ₃	Pb ₂ O ₃	Yİ
Perlit	1,36	7,50	0,21	11,03	71,57	2,41	0,58	0,58	1,87	0,24	0,11	0,32	0,07	1,921	0,1
Vermikulit	0,01	6,78	10,69	12,32	32,48	18,49	0,46	0,76	4,58	3,85	0,19	0,87	0,07	0,03	6,11

Süxurların mineroloji tərkibi

Cədvəl 3

Materialın adı	SiO ₂ (kvars)	SiO ₂ (krisobalit)	Çöl şpatı	(Mg, Fe, Al) ₃ [(Al,Si) ₄ O ₁₀]·OH ₂ ·4H ₂ O (vermikulit)	Fe ₂ Si ₄ O ₁₀ ·(OH) ₂ (ferropirufillit)	Pb ₃ O ₄	İllit	Amorf hissə
Perlit	-	25	5	-	-	2	-	68
Vermikulit	-	-	-	40	20	-	30	10



Şəkil 1. Perlit (a) və vermikulit (b) süxurlarının difraktoqramı

Süxurların həmçinin rentgenoqrafik analizi həyata keçirilmişdir. Alınan difraktoqramlar şəkil 1-də təqdim edilmişdir.

Yüngül və ekoloji cəhətdən təmiz izolyasiya materialı olan perlit tikinti layihələri üçün əhəmiyyətli seçim halına gəlmişdir. Məqələmizdə perlitin nə üçün yüngül, ekoloji cəhətdən təmiz və effektiv izolyasiya materialı olduğunu araşdıracağıq.

Perlit, vulkanik süxurlardan əldə edilən perlit mineral filizinin qızdırılması nəticəsində əmələ gələn yüngül və məsaməli materialdır. Bu mineral yüksək temperaturlara məruz qaldıqda genişlənir və həcmi artır. Bu da onu izolyasiya materialı kimi istifadə etməyə imkan verir. Perlit inşaat sektorunda istifadə edilən bir çox izolyasiya materialı ilə müqayisədə olduqca yüngüldür. Bu özəllik daşıma və tətbiq etmək mərhələlərində böyük üstünlük qazandırır. Bundan əlavə materialın yüngüllüyü tikinti strukturuna düşən yükü azaldır və strukturun davamlılığını artırır.

Perlit vulkanik süxurlardan əldə edildiyi üçün ekoloji olaraq təmiz izolyasiya materialıdır. İstehsal prosesində zərərli kimyəvi maddələr və toksinlər istifadə edilmir. Bu işə ətraf mühitə təsirləri minimuma endirir. Bundan əlavə istifadə edildiyi yerlərdə enerjiyə qənaət etməklə karbon izlərini azalda bilir.

Perlit istilik və səs izolyasiyasında effektiv bir çıxış nümayiş etdirir. Onun məsaməli olması istiliyi və səsi yaxşı izolyasiya edir. Bu xüsusiyyət yaşayış yerlərini daha rahat və səssiz etməyə kömək edir.

Perlit izolyasiya materialı kimi divar, dam, döşəmə və örtük kimi bir çox tikinti tətbiqində istifadə edilə bilər. O, həmçinin sənaye obyektlərində və kənd təsərrüfatı sektorunda istifadə potensialına malikdir.

Bugünkü günümüzdə enerjiyə qənaət çox böyük əhəmiyyət kəsb edir. Enerji səmərəliliyi həm ətraf mühitin qorunması, həm də xərclərə qənaət baxımından hər kəs üçün vacibdir. Burada perlit izolyasiyasının mühüm rol oynadığını görürük. Perlit yüksək istilik izolyasiya xüsusiyyətlərinə malikdir. Bu isə o deməkdir ki, binanın daxili hissəsini xarici hava şəraitindən qorumaq qabiliyyətinə malikdir. Qışda soyuq havanı, yayda isə isti havanı kənarlaşdıraraq, istilik və soyutma xərclərini azalda bilər. Bu isə enerjiyə qənaət etməyə kömək edir.

Nəticə

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində mineral süxurların kimyəvi və mineroloji tərkibi öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, perlit süxurunun 68%-i amorflaşmış kütlədən (şüşələşmiş kütlə-təbii obsidian) və 25% isə kristallik şüşədən (kristoballitdən) ibarətdir. Vermikulit süxurunun isə 40%-i vermikulit mineralından, 30% isə illitdən, 20% ferropirufillit mineralından təşkil olunmuşdur.

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, perlit və vermikulit köpdürülmə prosesində ciddi struktur dəyişikliklərinə məruz qalır və istilik izolyasiya qabiliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Perlitin yüksək məsələliliyi onun istilikkeçirmə əmsalını azaldıraraq effektiv izolyasiya materialı kimi istifadəsinə imkan yaratmışdır.

Eyni zamanda, tədqiqatlar göstərmişdir ki, perlit və vermikulit istilik izolyasiya materialları kimi ekoloji cəhətdən təmiz, yüksək temperatur davamlılıq qabiliyyətinə malikdir. Xüsusilə perlitin 20 dəfəyə qədər həcm artırma qabiliyyəti, onun yüksək istilik izolyasiyası tələb olunan sahələrdə istifadəsinə təmin edir.

Perlit və vermikulitin tikinti materiallarında istifadəsi binanın energetik effektivliyini artıraraq istilik və soyutma xərclərini azaldır. Bundan başqa, səs izolyasiya xassələrinə malik olmaları onlara akustik tələblərin vacib olduğu tikinti layihələrində geniş istifadə imkanları yaratmışdır.

Bu tədqiqat nəticələri perlit və vermikulitin əhəmiyyətini ön plana çıxararaq, onların sürətlənmiş urbanizasiya və davamlı inkişaf kontekstində istifadə potensialını təsdiqləmişdir. Gələcəkdə bu materialların istifadə imkanlarının daha geniş öyrənilməsi və yeni tətbiq sahələrinin araşdırılması mühüm istiqamətlərdən biri ola bilər.

İstifadə edilmiş ədəbiyyatlar

1. Uluer, O., Karaağaç, İ., Aktaş, M., Durmuş, G., Ağbulut, Ü., Khanlari, A., & Çelik, D. N. (2018). Genleştirilmiş perlitin ısı yalıtım teknolojilerinde kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(1), 36-42. <https://dergipark.org.tr/en/pub/pajes/issue/35876/400768>
2. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsi. (2021). Avadanlıqların və boru kəmərlərinin istilik izolyasiyası layihələndirmə normaları. <https://arxkom.gov.az/qanunvericilik/normativler/muhendis-sistemleri/azdtn-212-6-avadanliqlarin-ve-boru-kemerlerinin-istilik-izolyasiyasi-layihelendirme-normalari>
3. *Academia.edu* – Anja Terzic, *Science of Sintering*, 52 (2020) 149-162
4. İstilik izolyasiyası materialları - 1 plan. (n.d.). <https://azkurs.org/12-izolyasiya-materiallari-1-plan.html>
5. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti (AzMİU) – <https://azmiu.edu.az/>

УДК 728.1

СТИЛОБАТНОЕ РЕШЕНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ ЗДАНИЙ*Кандидаты архитектуры: Салимова А.Т., Агазаде Р.Р.**Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет***MÜASIR BINALARIN MEMARLIĞINDA STILOBAT HƏLLİ***mem. üzrə fəlsəfə doktorları: Səlimova A.T., Ağazadə R.R. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti***STYLOBATE SOLUTIONS IN THE ARCHITECTURE
OF MODERN BUILDINGS***PhD Salimova A.T., PhD Agazadeh R.R. Azerbaijan University of Architecture and Construction*

Аннотация: сегодня наиболее популярны многофункциональные комплексы с использованием «стилобата» в дворовом пространстве, где среди преимуществ такого решения - образование дополнительного рекреационного надземного пространства. Строительство зданий на стилобатах позволяет решить проблемы с нехваткой парковочных мест. Решение стилобатной части в виде многоуровневого подиума дает возможность создания максимально комфортной и многофункциональной инфраструктуры в жилых комплексах, превращая прилегающую к дому территорию в место рекреации. Стилобат позволяет, прежде всего, более эффективно использовать земельные участки и обеспечить собственников квартир парковочными местами.

Ключевые слова: стилобатная часть, жилые комплексы, рекреация, озеленение, паркинг.

Xülasə: Hal-hazırda çoxfunksiyalı komplekslərin həyət məkanlarında "stilobat" üsulundan istifadəsinin üstünlükləri arasında əlavə yerüstü rekreasiya məkanının yaranması çox populyardır. Stilobat məkanı olan evlərin tikintisi parkinq yerlərinin çatışmazlığı problemini həll etməyə imkan verir. Stilobat hissəsinin çoxsəviyyəli kompozisiya həlli şəklində həlli yaşayış komplekslərində ən rahat və çoxfunksiyalı infrastruktur yaratmağa, evə bitişik ərazini istirahət yerinə çevirməyə imkan verir. Stilobat, ilk növbədə, torpaq sahələrindən daha səmərəli istifadə etməyə və mənzil sahiblərini parkinq yerləri ilə təmin etməyə imkan verir.

Açar sözlər: stilobat hissəsi, yaşayış kompleksləri, rekreasiya, yaşıllaşdırma, parkinq.

Summary: Today, multifunctional complexes featuring a “podium” in the courtyard space are among the most popular designs. One of the advantages of such a solution is the creation of additional recreational above-ground space. Constructing buildings with a podium helps address parking shortages. Designing the podium as a multi-level compositional solution enables the creation of a highly comfortable and multifunctional infrastructure in residential complexes, transforming the adjacent territory into a recreational area. The podium primarily allows for more efficient land use and provides apartment owners with parking spaces.

Keywords: podium section, residential complexes, recreation, landscaping, parking.

Дефицит озелененных территорий-острая проблема для всех крупных городов. В современной архитектуре появились новые планировочные решения- видовые террасы на эксплуатируемых кровлях домов («дзен»-сады), многоуровневые пространства с ландшафтным дизайном на стилобатах и озеленением на крышах. Создание растительного покрова на крышах обеспечивает повышение качества воздуха, снижение теплового излучения, защиту от шума и т.д. Благодаря строительству зданий на стилобате на территории появляется несколько уровней озеленения.

Сегодня актуально строительство жилых зданий на стилобате- многофунк-

циональной наземной платформе. Стилобат в современном строительстве имеет несколько планировочных решений. Использование стилобата позволяет решить проблемы с нехваткой парковочных мест и снизить затраты на строительство подземных паркингов.

Подобное композиционное решение следует концепции «вертикального города». Стилобатная часть здания также позволяет во время сильных ветров разбить воздушный поток и снизить силу ниспадающего ветрового потока на нижнем уровне - где располагаются пешеходные зоны, создавая условия для комфорта пешеходов. Наиболее распространенный вид стилобата-это устройство общего цокольного этажа, объединяющего несколько зданий, который *шире основного объема*, где размещаются объекты социальной инфраструктуры. Другими словами, стилобат-горизонтальная платформа, выступающая за пределы контура здания с одной или нескольких сторон, состоящая из одного или нескольких уровней. Это не новое решение-использование стилобата в жилых зданиях получило распространение в начале 1960-х годов в городах США.

Можно проследить использование стилобатов в жилой застройке в период СССР, и, в том числе, в Баку, начиная с 70-х годов XXв. В качестве примера можно назвать застройку 10 и 16 – этажных домов на улице Уз. Гаджибейли в Баку.



улица Уз. Гаджибейли в 80-х. гг.

Позднее, в 90-х годах стилобаты в архитектуре Баку начали представлять собой общий цоколь, объединяющий несколько жилых корпусов. Стилобаты, объединяя высотные здания, стали базисом для целых кварталов. Как правило, стилобат занимает несколько первых этажей здания и может объединять несколько жилых домов в единый комплекс со своей инфраструктурой. Стилобаты часто встречаются в жилых комплексах из башенных высотных зданий.



Жилой комплекс *Nizami City*. Баку (Дж.Джабарлы, 31)



Жилой комплекс *Lux Residence* (ул. С.Даглы)



Жилой комплекс 28 Residence. Баку (просп. Азадлыг / ул. М.Рафили)



Жилой комплекс BCR Khatai (ул. Н.Рафиева, 25)



Жилой комплекс Twin Towers (Аğ Şəhər)

Сегодня наиболее популярны многофункциональные комплексы с использованием «стилобата» в дворовом пространстве, где среди преимуществ такого решения – образование дополнительного надземного пространства и под стилобатом паркинг. Внутренний двор, благодаря высокой платформе, превращается в обособленное и уединенное пространство, которое защищает от пыли и уличного шума (внешние звуки отражаются от стен стилобата).

В этом случае, стилобатом называют пространство между основанием здания и плитой, которая лежит на колоннах, где стилобат-бетонная плита, стоящая на колоннах, перекрывающая двор между жилыми домами на уровне второго этажа, на которой благоустроен двор жилого комплекса. Стилобат также верхняя часть ступенчатого цоколя здания или общий цокольный этаж, объединяющий несколько зданий. В случае если стилобат представляет собой многоярусный элемент – площадки укладываются друг над другом, в нижней части расширяются при помощи ступенчатых уступов. По площади они могут выходить за пределы здания образуя просторные зоны на кровле. На верхнем уровне стилобата предусматриваются эксплуатируемые кровли – размещаются общественные рекреационные пространства с ландшафтным дизайном, закрытые для доступа автотранспорта, что соответствует концепции «двор без машин». Здесь расположены прогулочные зоны и детские игровые комплексы, и спортивные площадки. При этом на нижнем уровне есть возможность создания достаточного количества парковочных мест.

Стилобаты позволяют нивелировать неровности рельефа, скрыть перепады высот на участке. Пространство стилобата позволяет сосредоточить все необходимые элементы инфраструктуры комплекса, сформировать необходимое количество функциональных зон для частного использования жителями, также регулирует доступ извне, распределяя

потоки резидентов.

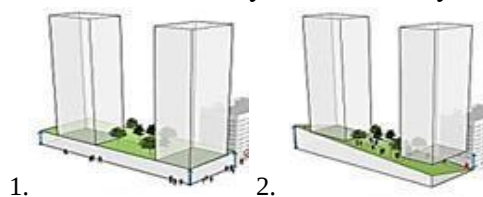
Стилобат может быть прямым или криволинейным, одноуровневым или многоуровневым.

По этажности стилобаты можно классифицировать на три группы:

- одно-двухуровневые;
- трех-пятиуровневые;
- многоуровневые (6 и более уровней).

Рекомендуемая высота стилобата - не выше 9 метров, наиболее практичны двухуровневые. Особенности композиционной структуры зданий со стилобатом:

1. Единичное, отдельно стоящее здание;
2. Парные высотные здания, имеющие общую стилобатную часть;



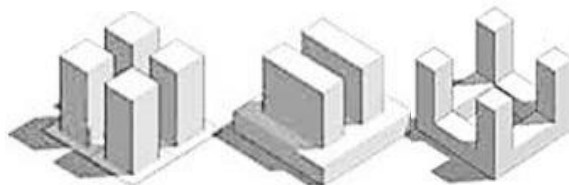
Парные высотные здания

3. Комплекс из трех и более зданий, имеющих общую стилобатную часть, может представлять собой:

- здания, построенные с интервалом вдоль линии;



- здания, построенные с интервалом по периметру квартала, образуя жилой двор.



Следующая разновидность современных высотных комплексов-структуры, представляющие собой сложный объем из нескольких зданий (возможно и разновысотных) и многоуровневого стилобата, перекрывающего внутренний двор.



Каждый такой комплекс, по сути, представляет собой огромный многофункциональный комплекс.

В современной архитектуре стилобат выполняет несколько важных функций:

1. разграничение общественной и жилой части крупного комплекса. Обычно в стилобате предусматривается инфраструктура (от паркинга до ресторанов), в построенных над ним корпусах — только квартиры.

2. рациональное использование придомовой территории,
3. создание придомовой изолированной от машин территории,
4. размещение объектов социальной инфраструктуры. На первом уровне во дворе располагается парковка, с уличной стороны — торговые и др. учреждения; на верхем ярусе — рекреационные пространства, детские и спортивные площадки.
5. озеленение эксплуатируемой кровли стилобата и защита от атмосферных осадков,
6. снижение уровня внешнего шума с улицы (звуковые волны отражаются от стен стилобата и сохраняют тишину в квартирах);
7. способствует созданию парковочных мест и защищает машины от осадков и солнца

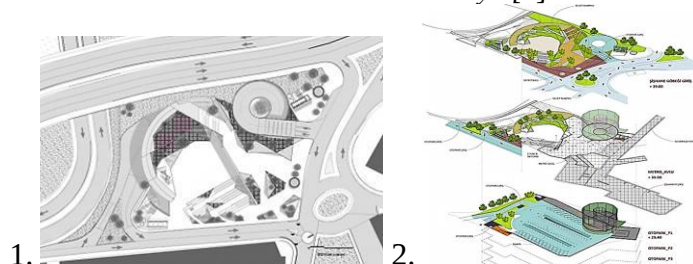


Технологически стилобат проектируют и возводят по принципу [эксплуатируемой инверсионной кровли](#), где последний слой служит гидроизоляция. Эксплуатируемая кровля стилобата устанавливается на верхнем слое стилобата и используется в качестве площадки для прогулок, отдыха и т.д. Может быть изготовлена из различных материалов. Также служит для улучшения энергоэффективности здания — путем улучшения его теплоизоляции и снижения затрат на отопление или кондиционирование воздуха.

Интересно решение парка Сишане в Стамбуле (2014), возведенного на стилобате [1]. Парк приподнят с помощью стилобата на 20 метров над уровнем земли. В парковый комплекс вошли площадки для отдыха, смотровые площадки, театр, сады. Кроме этого, под пакром разместилась подземная автостоянка на 1000 машиномест, имеющая выход к автобусным остановкам, рынку и метро. Проект отмечен главным архитектурным призом ЕС — премией Миса ван дер Роэ.



1-2. Sishane Park. Стамбул [1]



1-2. Sishane Park. Стамбул [2]

В качестве примера можно привести комплекс «D-Cube City» (Южная Корея, Сеул, 2011 г.), в котором стилобат имеет сложную объемно-пространственную структуру и переменную этажность от 6 до 14 этажей. В многофункциональном высотном комплексе «Hyatt Regency Bosagrande» (Колумбия, Картахена, 2017 г.) стилобат представляет собой 12-этажный объем.

В здании мэрии Большого Лондона (архитектор сэр Норман Фостер, 2002) концепция здания разработана как «model of democracy, accessibility and sustainability» — модель, сочетающая открытость и доступность для посетителей: так, в стилобате мэрии располагаются приемная, большой амфитеатр, кафетерий и выставочный зал, где могут проводиться различные выставки. При этом, особый акцент сделан на верхней части стилобата — «зеленой» кровле. И эта идея не нова — еще Ле Корбюзье, представляя архитектуру будущего, отмечал сады на крыше.

Жилые башни в комплексе «Arte S Residential Towers Complex» (Малайзия, Пенанг, 2018 г.) расположены на 6-этажном стилобате.



Жилой комплекс «Еврокласс». Москва



Многофункциональный комплекс «SLAVA». Москва

Стилобат распространен и в современном жилом строительстве России. Так, например, в жилом комплексе «Еврокласс» благодаря этому увеличено количество парковочных мест, в верхней части располагается благоустроенная территория для прогулок и отдыха [3]. Территория многофункционального комплекса SLAVA разработана в соответствии с концепцией «Rocket City» (город в кармане): на крыше стилобата расположен приватный двор-сад площадью 7700м², двор разделен на функциональные зоны, куда входят амфитеатр, площадки для отдыха и игр жителей комплекса [3].

Среди зданий Баку можно отметить комплекс «Flame Towers», состоящий из трёх башен на стилобате, здание «Trump Tower» (высотой 130 м) на трёхэтажном остеклённом стилобате, комплекс «Azure Business Center» (высотой 115м), стилобатная часть которого облицована солнцезащитной навесной металлической решеткой.

Среди жилых комплексов в Баку можно назвать жилой комплекс «Renessans Palace»

(Ясамальский р-н, ул. Академика Захида Халилова, 587), Площадь двора 1,5 гектара. Двор закрыт для въезда автомобилей

Наличие как подземной (одно парковочное место на каждую квартиру), так и наземной парковки, а также соотношением парковочных мест к количеству квартир (1500 подземных и 120 наземных парковочных мест на 10847 квартиры) *Renessans Palace* выделяется среди большинства жилых комплексов Баку. Из жилых комплексов со стилобатной озелененной кровлей можно назвать *Huner Towers* (Хатаинский р-н, ул. 2-й фонтан, 1/5) и *Blue Residence* (просп. 8 Ноября).

1.



2.



3.



Renessans Palace. Баку (ул. Куткашенлы) [4]

1.



2.



3.



Жилой комплекс: 1,2. Huner Towers. Баку (Хатаинский р-н); 3. Blue Residence (просп. 8 Ноября)

Использование стилобатов в жилых комплексах в городской среде дает много преимуществ. В современных городах с высокой плотностью застройки имеют место экологические проблемы, дефицит общественных и озелененных пространств. Сегодня актуальным решением становится «двор на стилобате». Решение стилобатной части в виде многоуровневого композиционного подиума дает возможность создания максимально комфортной и многофункциональной инфраструктуры в жилых комплексах, превращая прилегающую к дому территорию в место рекреации. Стилобат позволяет, прежде всего, более эффективно использовать земельные участки и обеспечить собственников квартир парковочными местами.

Литературы:

1. zinco.ru/sishane-park-sady-na-kryshe-avtostoyanki-v-turcii
2. landezine.com/wp-content/uploads/2014/11/Sishane_Park-SANALarc-30.jpg
3. office-news.ru/metrium-chislo-proektov-na-stilobate-za-desyat-let-vyroslo-v-chetyre-raza/fakty/
4. renessanspalace.az/

УДК 692.232

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ

*канд. арх. Салимова А.Т., Гусейнова С.В.**Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет*

HAVALANDIRILAN FASADLARIN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

mem. üzrə f.d. Salimova A.T., Hüseynova S.V. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

DESIGN FEATURES OF VENTILATED FACADES

PhD Salimova A.T., Huseynova S.V. Azerbaijan University of Architecture and Construction

Аннотация: Вопросы проектирования вентилируемых фасадов сегодня особенно актуальны. Прежде всего, это связано с проблемами энергоэффективности зданий. Архитектурно-планировочные решения должны максимально учитывать положительное влияние внешнего климата и максимально нейтрализовывать его негативное воздействие. Проектирование энергоэффективных зданий требует комплексного подхода. В целом, методика проектирования энергоэффективных зданий должна основываться на систематическом анализе здания как единой энергетической системы, включая все ее элементы, также форму, ориентацию, конструкции, солнцезащитных устройств, системы кондиционирования и т.д.

Ключевые слова: вентилируемые фасады; архитектура, энергосбережение, планировочное решение.

Xülasə: Hal-hazırda havalandırılan fasadların layihələndirilməsi aktual prioritetlərdən biridir. Bu ilk növbədə binaların daim artan enerji istehlakı və eləcə də enerji qiymətlərinin artması ilə bağlıdır. Enerji effektiv memarlıq həlləri xarici iqlimin müsbət təsirini ən yaxşı şəkildə nəzərə almalı və onun mənfi təsirini mümkün qədər neytrallaşdırmalıdır. Enerji effektiv hündürmərtəbəli binaların layihələndirilməsi mürəkkəb multifaktorialu məsələdir və onun həlli kompleks yanaşma tələb edir. Ümumiyyətlə, enerji effektiv binaların layihələndirilməsi metodologiyası vahid enerji sistemi kimi binanın sistemli təhlilinə əsaslanmalıdır və onun bütün elementləri - forma, oriyentasiya, qapalı konstruksiyalar, günəşdən qoruyan qurğular, kondisioner sistemi və s. enerji baxımından bir-birinə bağlıdır.

Açar sözlər: havalandırılan fasadlar; memarlıq, enerjiyə qənaət, planlaşdırma həlli.

Summary: The design of ventilated facades is particularly relevant today, primarily due to the growing emphasis on building energy efficiency. Architectural and planning solutions must maximize the benefits of the external climate while mitigating its negative effects. Designing energy-efficient buildings requires an integrated approach. Overall, the methodology for energy-efficient design should be based on a systematic analysis of the building as a unified energy system, considering all its components, including form, orientation, structural elements, shading devices, and climate control systems.

Keywords: ventilated facades, architecture, energy efficiency, planning solutions.

Наружные стены с использованием навесных фасадов сегодня получили большое распространение. За последние несколько лет фасады пережили значительные изменения и стали важнейшими элементами современной архитектуры. Из декоративного элемента крупных общественных сооружений фасадный дизайн превратился в основополагающую составляющую эстетики любого здания. Среди различных фасадных систем вентилируемые фасады становятся все более значимыми в современной строительной практике. Установка вентилируемых фасадов имеет множество преимуществ, связанных с повышением энергоэффективности, что связано с их адаптированностью к любым климатическим условиям.

Проектирование зданий с вентилируемыми фасадами на сегодняшний день является одним из приоритетных направлений в строительстве. Вентилируемые фасады - это один из успешных подходов к экологическому проектированию для снижения потребления

энергии и увеличению жизненного цикла.

Проектирование энергоэффективных зданий - сложная многофакторная задача, для решения которой необходим комплексный подход. В целом, методология проектирования энергоэффективных зданий должна основываться на системном анализе здания как единой энергетической системы, все элементы которой взаимосвязаны, в том числе, объемно-пространственная форма, ориентация здания, ограждающие конструкции, солнцезащитные устройства, система климатизации и т.д. Архитектурно-планировочные энергосберегающие решения должны наилучшим образом учитывать положительное воздействие климата и максимально нейтрализовать его отрицательное воздействие. В частности, поддержание комфорта жилища в летние периоды без значительного энергопотребления наиболее удачно в зданиях с узкой планировкой (с учетом сквозного проветривания). Теплофизические свойства фасадов часто являются важным фактором, определяющим энергоэффективность зданий.

Навесные вентилируемые фасады распространились в Азербайджане сравнительно недавно. В последнее время стали всё чаще использовать навесные вентилируемые фасады в архитектуре общественных зданий и при реконструкции объектов.

Анализируя международный опыт, можно говорить о том, что технологии вентилируемых фасадов имеют долгий путь эволюции. Как известно, идея использования циркуляции воздуха при помощи воздушного зазора для разделения внутренней и внешней стен распространилась в 1920–1930-е годы в Норвегии и Швеции. Позднее, технологии монтажа вентилируемого фасада получили распространение в Германии в 50-х гг. XX в. [1, с. 983-984]. На сегодняшний день в ряде стран (Финляндия, Германия и др.) накоплен опыт по их использованию в общественных, административных и промышленных зданиях, также при реконструкции жилых домов массовой застройки.

Система вентилируемого фасада — это многослойная конструкция, основной целью которой является создание температурного и звукоизоляционного барьера между внешней средой и капитальными стенами здания. На работу вентилируемого фасада оказывают влияние как внешние факторы- солнечная инсоляция, скорость и направление ветра, температура наружного воздуха, так и внутренние - температура и влажность внутреннего воздуха), также, особенности конструкции- геометрия воздушной прослойки, материал фасада [10, с. 1151]. Надо отметить, что в регионах с жарким климатом вентилируемые фасады позволяют снизить влияния нагрева наружных поверхностей стен здания на внутренний микроклимат помещений. В условиях жаркого климата, утеплитель становится теплоизолятором, не допуская чрезмерного нагрева стен и ухудшения комфорта микроклимата во внутренних помещениях.

Система навесных вентилируемых фасадов представляет собой металлический каркас, на который навешивается утепление и облицовочный материал. Наиболее распространенным типом облицовки в гражданском строительстве является керамогранит, алюмокомпозитные и металлические кассеты. Основной особенностью вентилируемых фасадов является наличие небольшого зазора (ок. 40 см) между наружной облицовкой (отделочными материалами) и стеной. Технологически, особенность и эффективность системы состоит в создании циркуляции воздуха между стеной и декоративно-защитным облицовочным слоем. Благодаря этому значительно улучшаются эксплуатационные показатели конструкции.

Данный способ влияет на просушивание образующегося конденсата, чем предотвращает накапливание влаги на стенах, снижает вероятность развития сырости и плесени, способствует минимизации негативных последствий окружающей среды. Вентилируемые фасады, создают стойкую к воздействию влаги конструкцию, не реагирующую на перепады температур. Такая система улучшает тепло- и звукоизоляцию, а также продлевает срок службы несущих конструкций.

Вентилируемые системы. Различие по расположению профилей в подсистеме [5]. *Таблица 1.*

Вид подсистемы	Особенности
Горизонтальная подсистема	Несущий профиль устанавливается горизонтально. Используется для установки лёгких облицовочных материалов, таких, как вертикальный металlosайдинг, профнастил, пластиковый сайдинг.
Вертикальная подсистема	Профиль устанавливается вертикально, компенсируя вертикальные нагрузки. Не подходит для установки на многоэтажных зданиях, т.к. уже на высоте 80 м боковые ветровые нагрузки могут достигать 200 кг/м ² .
Вертикально-горизонтальная (смешанная) подсистема	Компенсируются все нагрузки. Подсистема пригодна для установки на здания и сооружения любой этажности и для использования тяжёлых видов облицовки (к примеру, натуральный камень толщиной 40-50 мм).

Различие по материалу крепежа

Материал	Особенности
Оцинкованная сталь	Наиболее распространена по причине наилучшего сочетания цены и несущей способности. Имеет сравнительно короткий срок службы по причине коррозии. Срок службы может быть увеличен за счёт порошковой окраски.
Нержавеющая сталь	Является наиболее долговечным и пожаробезопасным материалом.
Дорогостоящая.	Алюминий менее подвержен коррозии, чем оцинкованная сталь, однако имеет большую степень теплового расширения и низкую температуру плавления. При пожаре разрушается, что ведёт к разрушению фасада, и дополнительным повреждениям. Противодействие пожарам осуществляется с помощью противопожарных рассечек.

Различие по материалу утеплителя

Основные группы	Материал утеплителя
ватные	минеральная и базальтовая вата
листовые	экструдированный пенополистирол, полистирольный пенопласт и пенополиуретан
пенные	наносимые напылением на поверхность конструкции, нуждающейся в утеплении

В жарком климате тепло накапливается в камере, снижающей его плотность и за счет конвекции, поднимающей вверх - при этом в камере его место занимает свежий воздух. Эффект тяги перемещает избыточное тепло наружу здания, так что лишь небольшая часть теплового потока поглощается непосредственно зданием. Различия в плотности воздуха вызывают круговой поток, понижая температуру внутреннего слоя и уменьшая количество тепла, передаваемого во внутреннее пространство. Наконец, по мере повышения температуры в воздушной полости давление сбрасывается вверх, создавая легкий бриз и минимизируя приток тепла, снижая потребность в охлаждении занятого пространства.

Есть проблема, связанная со сложностью определения расчетной величины воздушного зазора, где необходим учет множества факторов, обеспечивающих качественную работу вентиляруемого фасада. При расчете размера вентиляруемого зазора, необходимо учесть ветровые нагрузки, перепады температур, а также технические параметры здания. Так, в случае чрезмерной ширины воздушного зазора, при силе ветра, в системе будет создаваться мощный воздушный поток, снижающий тепловые

характеристики вентилируемого фасада, что может привести к разрушению утеплителя [4, с. 7-11; 3, с.24].

С другой стороны, при недостаточной величине зазора, влага из утеплителя и стены не будет удаляться, при этом переувлажненный утеплитель будет разрушаться, не выполняя свою прямую функцию [4, с. 7-11; 3, с.24].

В зависимости от типа здания, её несущего остова и функционального назначения наружных стен фасады зданий могут быть: кирпичными или каменными; сборными или монолитными бетонными; штукатурными (теплоизоляционными композиционными системами с наружными штукатурными слоями); навесными с облицовкой; керамогранитом; фиброцементными панелями; металлическими кассетами, в том числе: перфорированные фасады; динамические (кинетические) фасады; фасады жалюзи; трёх-мерные панели и др.; навесные, вентилируемые с облицовкой; на кронштейнах из нержавеющей стали, лицевым кирпичом или другими мелкоштучными материалами и др.

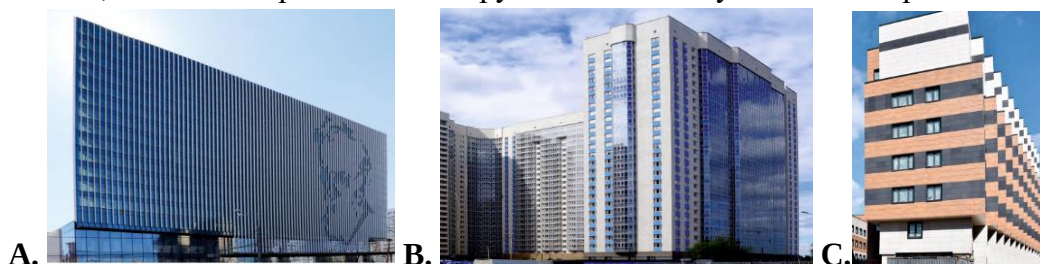
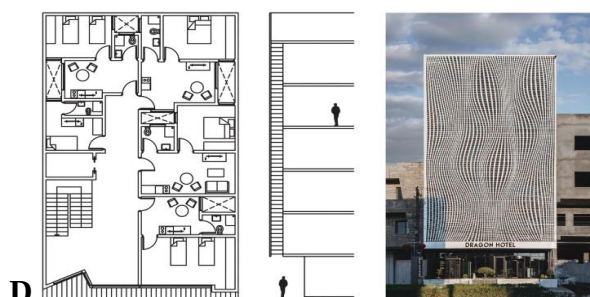


Рис.1. : а) элементарные фасады; б) стоечно-ригельные фасады; в) вентилируемый фасад;



д) фасад, план, разрез отеля Dragon (2020).

Существуют различные виды строения стеклянной облицовки зданий, которые различаются между собой принципом монтажа и составом монтажных групп:

1. Стоечно-ригельные системы делятся на закрытые и полузакрытые. Наиболее распространенным типом системы является стоечно-ригельная система закрытого типа. Её основными конструктивными элементами являются горизонтальные ригели, вертикальные стойки. Основная часть каркаса находится внутри создаваемой облицовки.

2. Структурные вентилируемые стеклянные фасады – такие системы представляют собой теплые конструкции, они образуют единую стеклянную поверхность без видимых накладных декоративных планок. Основное условием для данной системы - жесткий каркас здания.

3. Полуструктурные системы состоят из системы остекления. Представляют собой модифицированные конструкции, несущий каркас которых состоит из стандартного набора горизонтальных и вертикальных профилей.

4. Комбинированные системы - это вентилируемый фасад с структурно-декоративной системой остекления, где крепление стеклопакета к раме осуществляется посредством штапика, что обеспечивает высокую скорость монтажа.

5. Фасадная каркасная система- крепление системы происходит на готовый стальной каркас, который закрыт декоративными профилями. Такие системы применяют при крупногабаритном остеклении.

6. Каркасная система крыш- этот тип фасадов представляет собой усиленную

конструкцию из профилей, которые крепятся на существующий металлический каркас, закрытый декоративными профилями. Технические характеристики профилей обеспечивают монтаж плоских и наклонных стеклянных крыш.

7. Спайдерные системы – эта конструкция светопрозрачна, отличается высокой прочностью, идеально ровной поверхностью и присутствием невидимого каркаса.

Применение технологии вентилируемых фасадов имеет как преимущества, так и недостатки.

Среди преимуществ стоит отметить:

- простота монтажа и ремонта – установка материалов не занимает много времени, возможна в любое время года, при любой погоде;
- экологическая безопасность – практически все материалы отличаются экологической чистотой и должны обладать высоким уровнем несгораемости;
- энергоэффективность – технология вентилируемых фасадов обеспечивает сохранение температуры в сооружениях при любых погодных условиях, снижает потери тепла зимой и перегрев летом. Анализируя применение фасадных систем в жилых зданиях в умеренном климате, было выявлено, что *правильная изоляция стен может снизить потребление энергии до 15% [11]*.
- влагостойкость – стена надежно защищена от избыточной влаги,
- термостойкость – перепады температур не влияют на образование трещин;
- долговечность – срок эксплуатации конструкций составляет до 50 лет;

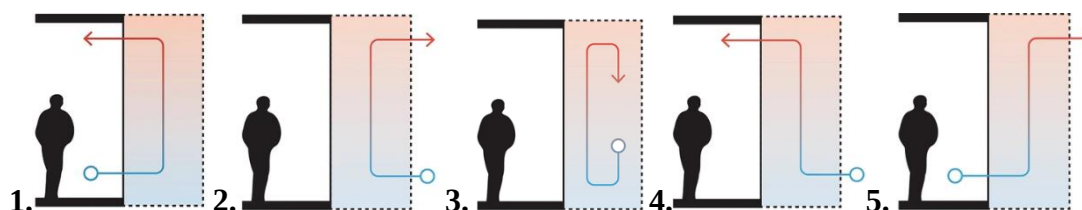


Рис. 2: 1. внутренний поток; 2. внешний поток; 3. статический воздушный буфер;
4. приточный воздух; 5. вытяжной воздух

Несмотря на все преимущества системы, вентилируемый фасад имеет ряд недостатков. В том числе:

1. Часто имеет место несоблюдение технических решений по обеспечению пожарной безопасности; например, в 2008 году и в начале 2009 года в России произошло немало серьезных пожаров в зданиях, которые были облицованы вентилируемыми фасадами. Огонь практически уничтожил системы навесных вентилируемых фасадов. Возгорание на 17-м этаже 31-этажного высотного здания на ул. Бабушкина в Москве привело к мгновенному распространению огня по всему фасаду до кровли здания, при этом пожарные столкнулись с проблемой падающих с этой высоты горящих фасадных панелей; другим примером опасности может стать пожар жилого массива «Атлантис» во Владивостоке [4, с.4].

2. Использование теплопроводных элементов и, как следствие, большие тепловые потери. Надо отметить склонность крепёжных систем, а именно оцинкованных кронштейнов, к коррозии, что ведёт к преждевременному разрушению фасада [5, с.51];

3. Система навесных вентилируемых фасадов более энергоэффективна, чем система замкнутого фасада, однако существует технологическая проблема наличия «мостиков холода» в конструкции металлического каркаса (металлические кронштейны, пронизывающие утеплитель), [5, с.49]. Пренебрежение точечными температурными мостиками в крепёжных системах влияет на значительное снижение качества теплоизоляции фасада.

В ряде случаев проблему энергоэффективности помогает решить использование двухслойной изоляции: плиты второго (наружного) слоя утеплителя укладываются таким

образом, чтобы перекрыть стыки плит первого слоя. В этом случае удастся устранить «мостики холода» и максимально уменьшить потери тепла в здании [5, с.51].

В двухслойных конструкциях теплоизоляции наружный слой выполняется из минераловатных плит более высокой плотности, чем внутренний, с целью обеспечения ветрозащиты, поэтому очевидно, что при определении конструктивного требования к толщине слоя должна учитываться проницаемость материала. Наружный теплоизоляционный слой выполняет как теплоизоляционные, так и ветрозащитные функции [5, с.49].

4. Возникновение постороннего шума при значительной ветровой нагрузке, особенно в местах завихрений ветровых потоков и из-за уменьшения (расширения) алюминиевого профиля при перепадах температур возникает легкое потрескивание.

Вопреки распространённому мнению, вентилируемые фасады не улучшают звукоизоляционные характеристики стеновых ограждений - согласно исследованиям, в вентилируемых фасадах имеются акустически слабые точки (вентиляционные отверстия), которые ухудшают звукоизоляционные характеристики стены [5, с. 48-58]. Это также отмечают такие исследователи как Z. Fisarova, L. Kalousek, M. Frank, R. Brzon [9].

Также надо отметить, что наружная облицовка за счет воздушного зазора и утеплителя является акустическим экраном для наружных звуков, но при этом, сам зазор является акустической трубой и любые звуки, производимые в самом зазоре, будут распространяться практически по всему фасаду. В первую очередь это относится к пароизоляционной мембране. Дело в том, что на данный момент существуют два принципиальных решения, оба из которых официально разрешены. Первое - применение утеплителей кашированных, т.е. с приклеенной мембраной и второе - когда мембрана натягивается цельными холстами большой площади по некашированному утеплителю при монтаже прямо на стене. Второе решение, с нашей точки зрения, порочно. Дело в том, что натянуть пароизоляционную мембрану так, чтобы можно было гарантировать отсутствие "хлопков" практически невозможно. Соответственно эти "хлопки" будут слышны на большой площади.

5. Часто совершается ошибка при монтаже вентилируемого фасада — перекрывается зазор внизу и сверху. У фасада должен быть свободный доступ воздуха снизу и свободный выход сверху. Если это условие не выполняется – то происходит влагонакопление.

Часто устройство ширины зазора в системе вентилируемого фасада выполняется без надлежащего обоснования [3, с. 22-28] - что влияет на качество теплопроводности.

На некоторых зданиях применяются фасадные системы, в которых воздушный зазор фактически не вентилируется. К таким фасадным системам относятся, прежде всего, те, в которых отсутствует «вход» в воздушный зазор и отсутствуют зазоры между элементами облицовки [2].



а.



б.

Рис. 2. а) фасадная система с облицовочными элементами из композитного материала с отсутствующими зазорами между облицовочными элементами и с отсутствующим входом в воздушный зазор;
б) Фасадная система с отсутствующими зазорами между облицовочными элементами из композитного материала и с горизонтальным участком воздушного зазора

Встречаются также решения фасадов, в которых вход в воздушный зазор предусмотрен, но вентиляция в нем затруднена из-за большого сопротивления движению воздуха. Например, на рис. 3 фрагмент фасада небольшой высоты с облицовочными элементами из композитного материала, зазоры между которыми отсутствуют [2, с. 44-51]. Повышенное сопротивление движению воздуха создается горизонтальным участком воздушного зазора. В таких случаях влага, попадающая в воздушный зазор из помещений вследствие влагопереноса через стену и слой теплоизоляции, почти не выходит наружу, скапливаясь в зазоре и увлажняя теплоизоляцию.

Вследствие этого снижается долговечность минераловатного утеплителя и его теплозащитные свойства [2, с. 44-51].

Можно отметить и проблемы в области внедрения технологии вентилируемого фасада:

1. Отсутствие современной нормативной базы проектирования.
2. Отсутствие должного уровня осведомлённости о технологии вентилируемого фасада на стадии генерального проектирования и при закладывании в архитектурный проект.
3. Низкая квалификация монтажных бригад.

Сегодня предпочтение отдается пассивным технологиям, дальнейшему развитию адаптивных фасадов, которые смогут реагировать на изменения погодных условий и регулировать теплообмен, преобразовывать и распределять солнечную энергию для выработки электроэнергии, отопления помещений, нагрева воды и вентиляции [6]. Среди современных инновационных решений надо отметить технологии, способные повысить энергоэффективность вентиляционных фасадов. Так, например проект «E2VENT», основной целью которого является модернизация многоэтажных жилых зданий 60-70-х годов, которые характеризуются низким качеством изоляции и воздухообмена [2, с. 44-51]. Отличительной особенностью этой системы является модульный рекуператор тепла, позволяющий восстанавливать энергию из вытяжного воздуха при обновлении воздуха с использованием двухпоточного теплообменника в воздушной полости. Система «E2VENT» повышает энергетические характеристики здания, при этом не уменьшая обновление свежего воздуха и обеспечивая систему хранения тепла для снижения пикового потребления электроэнергии или для охлаждения летом [2, с. 44-51]. Разработанные проекты будут внедрены в вентилируемые фасады, при этом контроль будет осуществляться в режиме реального времени системой интеллектуального управления на основе методов метеорологического прогнозирования [2, с. 44-51]. Также, в зарубежной практике используется совмещение системы навесных вентилируемых фасадов с фотоэлектрическими элементами. В последнее время интегрированные в здание фотоэлектрические системы становятся все более распространенными при строительстве общественных зданиях, где фотоэлектрические стали заменять строительные материалы оболочки здания [7, с. 684]. Одна из таких систем была установлена в Германии [8, 346]. Первая установка интегрированных в здание фотоэлектрических элементов была реализована в 1991 году в Аахене (Германия), где фотоэлементы были интегрированы в фасадную стену с изолирующим стеклом [8, с. 436]. Уже сегодня подобные фотомодули для интеграции в здание производятся как стандартный продукт, встраиваясь в стандартные фасадные и кровельные конструкции и создали новый рынок.

Таким образом, вентилируемые фасадные системы- это современные технологии, которые объединяют эстетические и функциональные задачи, позволяют проектировать фасады, ориентированные на устойчивость зданий, влияющих на значительную экономию энергии, благодаря обеспечиваемой ими теплоизоляции. Кроме того, надо отметить, такие факторы как гидротермический контроль и водонепроницаемость приводят к значительному уменьшению конденсата и решению проблем с влажностью. За последнее десятилетие построено множество зданий с двухслойными фасадами, в которых использовались различные варианты технологии.

Выводы

Современные навесные вентилируемые фасады играют ключевую роль в строительстве энергоэффективных зданий. Системы навесных вентилируемых фасадов являются сложным инженерным решением. В статье рассмотрены недостатки и преимущества навесных вентилируемых фасадов.

Система навесных вентилируемых фасадов более энергоэффективна, чем система замкнутого фасада, однако существует технологическая проблема наличия «мостиков холода» в конструкции металлического каркаса. К существенным недостаткам можно отнести склонность крепёжных систем к коррозии, вероятность образования «точки росы» и плохие звукоизоляционные характеристики. Эти проблемы возникают при нарушении технологии монтажа навесных вентилируемых фасадов или неправильной эксплуатации. Для того, чтобы добиться эффективной работы системы необходимо соблюдать точность при проектировании и монтаже.

Основным достоинством вентилируемых фасадов является возможность предотвращения накопления влаги. Главной отличительной особенностью вентилируемых фасадов становится их экономичность и долговечность.

Проектирование зданий с вентилируемыми фасадами сегодня стало одним из приоритетных направлений в строительстве. Вентилируемые фасады - это один из успешных подходов к экологическому проектированию для снижения потребления энергии. Надо отметить, что при соблюдении всех необходимых условий, среди которых правильное проектирование, использование качественных материалов, вентилируемые фасады станут одним из действенных методов, связанных с повышением энергоэффективности.

Использованная литература

1. Афанасьев А.А.; Жунин А.А. Инновационная технология возведения навесных вентилируемых фасадов в гражданском строительстве. Вестник МГСУ, Т.12, Вып. 9 (108) -с. 981–989.
2. Гагарин В.Г. О некоторых теплотехнических ошибках, допускаемых при проектировании вентилируемых фасадов // AVOK. 2005. ¹ 2. -с. 44-51.
3. Колесова Е.Н. Навесной вентилируемый фасад: классификация элементов, входящих в его состав, и проблемы, связанные с проектированием воздушного зазора // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 22–28.
4. Немова Д.В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 5. – С. 7–11; Колесова Е.Н. Навесной вентилируемый фасад: классификация элементов, входящих в его состав, и проблемы, связанные с проектированием воздушного зазора // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 22–28.
5. Ольшевский В.Я.; Донцова А.Е., Калинина А.В. Энергоэффективность навесных вентилируемых фасадов. // Alfabuild. 3(10). 2019. 48-58.
6. Рукобратский Н.И., Федоров О.П., Шитухина Н.Ю. Концепция Еq энергогенерирующей фасадной системы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017. №10.
7. Agathokleous R.A.; Kalogeri S.A. Part II: Thermal analysis of naturally ventilated BIPV system: Modeling and Simulation. Solar Energy **2018**, 169, 682–691
8. Benemann J.; Chehab O.; Schaar-Gabriel E. Building-integrated PV modules. Sol. Energy Mater. Sol. Cells 2001, 67, 345–354.
9. Fisarova Z.; Kalousek L.; Frank M.; Brzon R. The influence of ventilated facade on sound insulation properties of envelope walls. 8th International Scientific Conference Building Defects. 2016. Vol. 93. No. UNSP 03003.
10. Patania F., Gagliano A., Nocera F., Ferlito A., Galesi A. Thermofluid-dynamic analysis of ventilated facades, Energy and Buildings 42 (2010) 1148–1155.

UOT 711

QARABAĞ İQTİSADI RAYONUNUN ŞƏHƏRLƏRİNDƏ**YAŞAYIŞ ZONALARININ BƏRPASI VƏ İNKİŞAFI***Şükürlü İradə Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, ir.shukurly@gmail.com***РЕКОНСТРУКЦИЯ И РАЗВИТИЕ ЖИЛЫХ ЗОН****В ГОРОДАХ КАРАБАХСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА***Шукюрли Ирада Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет***RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT OF RESIDENTIAL ZONE****CITIES OF THE KARABAKH ECONOMIC DISTRICT***Shukurlu Irada Azerbaijan University of Architecture and Construction*

Xülasə: Məqalədə Qarabağ İqtisadi Rayonunun kiçik və orta miqyaslı şəhərlərində, kənd yaşayış məntəqələrində yaşayış zonalarının inkişafının, bərpasının həm iqtisadi infrastruktur, həm də sosial xidmətlər baxımından mərhələli şəkildə baş verməsi təhlil edilir. Bölgədə müharibənin təsirindən zərər görmüş şəhər və kənd yaşayış məntəqələrində binaların təmiri və yenidən qurulması, eyni zamanda, təməl infrastrukturların (su, kanalizasiya, qaz xətti və s.) bərpası da prioritet təşkil edir. Qarabağın kiçik və orta miqyaslı şəhərlərinin, kənd yaşayış məntəqələrinin inkişafı yalnız infrastrukturun bərpasından ibarət olmamalı, həmçinin, bu şəhərlərdə sosial həyatın bərpası, canlanması, iqtisadi inkişafın təmin edilməsi və məskunlaşacaq əhalinin qayıtması üçün yeni cəlbədicə iş yerlərinin yaradılması əsas məqsədlərdəndir.

Açar sözlər: Qarabağ regionu, məskunlaşma sistemi, yaşayış zonaları, Xankəndi, Şuşa.

Аннотация: В статье анализируется этапное развитие и реконструкция жилых зон малых и средних городов и сельских населенных пунктов Карабахского экономического района как с точки зрения экономической инфраструктуры, так и социальных услуг. Приоритетными задачами также являются ремонт и реконструкция зданий в городских и сельских поселениях, пострадавших в результате военных действий, а также восстановление базовой инфраструктуры (водопровод, канализация, газопроводы и т. д.). Развитие малых и средних городов, сельских поселений Карабаха должно заключаться не только в восстановлении инфраструктуры, но и в восстановлении, оживлении и урегулировании социальной жизни в этих городах, обеспечении экономического развития, создании новых рабочих мест для возвращающегося населения.

Ключевые слова: Карабахский регион, система расселения, жилые зоны, Ханкенди, Шуша.

Summary: The article analyzes the stage progress and reconstruction of residential areas of small and medium-sized cities and countries of the Karabakh economic region by of economic infrastructure and social services. The priority tasks are also the repair and reconstruction of buildings in towns and countries damaged by military actions, as well as the restoration of basic infrastructure (water supply, sewerage, gas pipelines, etc.).

The development of small and medium-sized cities, countries of Karabakh should consist not only in the restoration of infrastructure, but also in the restoration, revitalization and regulation of social life in these cities, ensuring economic development, creating new jobs for the returning population.

Key words: Karabakh region, settlement system, residential areas, Khankendi, Shusha.

Giriş: Qarabağ, tarix boyu müxtəlif mədəniyyətlərin və etnik qrupların vətəni olmuş, Azərbaycan üçün strateji və mədəni əhəmiyyət daşıyan bir regiondur. 2020-ci ildə baş vermiş müharibə və sonrasındakı bərpa prosesləri Qarabağ iqtisadi rayonunun sosial-iqtisadi vəziyyətinə ciddi təsir göstərmişdir. Xüsusilə şəhərlərin və kənd yaşayış məntəqələrinin inkişafı, əhalinin geri dönməsi və regionun bərpası baxımından önəmli bir mövzuya çevrilmişdir. Bölgənin şəhərləri və kəndləri müharibə nəticəsində ciddi ziyan görmüş və yerli əhali bu bölgəni tərk etmək məcburiyyətində qalmışdır. Lakin, 2020-ci il müharibəsindən sonra regionda həyata

keçirilən geniş miqyaslı bərpa və quruculuq işləri ilə bu şəhər və kəndlərin inkişafı, yaşayış zonalarının bərpası və təkmilləşdirilməsi prioritet məsələlərdən biri olmuşdur.

Əsas mətn: Regionların Sosial-İqtisadi İnkişafı Proqramları şərcivəsində kiçik və orta miqyaslı şəhərlərin davamlı inkişafı və bərpası ölkə qarşısında duran prioritet vəzifələrdən biridir. Qarabağ bölgəsinin mövcud və bərpa olunan yaşayış məntəqələrinin dirçəlməsində, sosial-iqtisadi inkişafında, kənd təsərrüfatı və mədəni sənayesinin potensialını *müasir texnologiyalarla* inkişaf etdirmək, *ölkənin şəhərsalma siyasəti üçün əhəmiyyətli istiqamətlərdən biri olaraq qalır.*[1] Çünki, bu torpaqların 30 il işğal altında saxlanması iqtisadi cəhətdən Azərbaycana misli görülməmiş ziyan vurmuşdur.

Torpaqların işğaldan azad edilməsi, bu potensialların bərpası, düzgün yanaşma Azərbaycanın dövlətçilik tarixində ən önəmli hadisələrdən biri hesab oluna bilər.

Bölgədə turizm sektoru üçün əlverişli təbii gözəlliyin və ekosistemin olması vacib amillərdən biridir. Xüsusilə Qarabağın dağlıq hissəsi, Şuşa və ətrafındakı dağılmamış kəndlərində turizm sektorunun inkişafı rayonun və ekosistemin sürətli bərpasına, inkişaf etdirilməsinə təkan verəcək. Eyni zamanda məcburi köçkünlərin öz ata-baba yurdlarına qayıtmasını daha da sürətləndirmiş olacaq.

Qarabağ iqtisadi rayonu Azərbaycan Respublikasının mərkəzi hissəsində yerləşir. Respublikanın ümumi ərazisinin 5,1%-ni, yəni ümumilikdə 4,4 min kv.km-lik bir hissəni əhatə edir. İqtisadi rayonun tərkibinə Ağcabədi, Ağdam, Bərdə, Füzuli, Xocalı, Xocavənd, Şuşa, Tərtər və Xankəndi şəhəri daxildir. Sahəsi 7330km²-dir. 2020-ci ilin əvvəlində Qarabağ İqtisadi Rayonunda əhalinin sayı 900,3min nəfər olub ki, bu da Azərbaycanın ümumi əhalisinin 8,94%-ni təşkil edir.[5]

Bölgənin adı Azərbaycan dilindəki “qara və bağ” sözlərindən əmələ gəlmişdir. “Qarabağ” sözünə 1300 il bundan əvvəl, VII əsr mənbələrində rast gəlinir. Bu baxımdan “Qarabağ” termini “qara bağ” yəni “böyük bağ”, “sıx bağ”, “qalın bağ”, “səfalı bağ” və s. mənaları kəsb edir.

Cənubi Qafqazda Eneolit dövrünə (b.e.ə. VII minillik – IV minilliyi ortası) aid təxminən 150-dən çox qədim insan məskənləri tədqiq olunmuşdur. Bunların bir hissəsi də Qarabağdadır. Qarabağ insanların qədimdən məskunlaşdığı ərazilərdən biridir. Ərazilərdə erkən əkinçilik mədəniyyətini əks etdirən çoxsaylı yaşayış yerləri müəyyən edilmişdir. Ən qədim insan məskənlərindən biri olan “Azıx” mağarası məhz bu zonada aşkar olunmuşdur. 1968-ci ildə mağaranın aşöl təbəqəsindən Azıx adamı - azıxantrop adlandırılan insanın çənə sümüyü tapılmışdır. Güman olunur ki, bu insanlar 350-400 min il əvvəl yaşamışlar. Azərbaycanın digər bölgələri kimi Qarabağ da tarixi-etnoqrafik əyalət kimi uzaq keçmişə aid edilir.

Qarabağ bölgəsi faydalı resursları və mineral suları ilə də zəngindir. Bu torpaqların zəngin təbiəti və təbii sərvətləri həmişə diqqət mərkəzində olmuşdur. Bölgədə yaşayan əhalinin və yaşayış məskənlərinin formalaşmasında sadalanan təbii ehtiyatlar və təbii-coğrafi amillər mühüm rol oynamışdır.[1]. Uzun tarixi dövrlər ərzində yaşayış məskənləri sistemi, əhalinin sayı, artım dinamikası, onların təsərrüfat strukturu, yaşayış zonalarının inkişaf perspektivləri də bu amillərlə əlaqədar olmuşdur.

Yaşayış zonaları sisteminə iqtisadi və sosial baza, burada yaşayan əhalini özündə birləşdirən məskunlaşmanın inkişaf səviyyəsi, eyni zamanda şəhər və kənd yaşayış məntəqələrinin tarixi-coğrafi inkişaf xüsusiyyətləri, təbii ehtiyatlardan istifadə edilməsi, məntəqələr arasında olan əlaqələr də təsir göstərir.

Azərbaycan şəhərlərinin iqtisadi, siyasi və mədəni mərkəz kimi rolu müasir dövrdə özünün gələcək inkişafını əldə edir. İstehsalın intensivləşdirilməsi vəzifələrinin həlli, əmək məhsuldarlığının dünya səviyyəsinə çıxması və xalqın rifahının yüksək səviyyəsinin təmin edilməsi, şəxsiyyətin hərtərəfli tərbiyəsinə imkan verən iqtisadi, siyasi və sosial həyat şəraitinin yaradılması şəhərlərin gələcəkdə tərəqqisi inkişafı ilə əlaqəlidir. Şəhərlərin müxtəlif dərəcəli yaşayış məntəqələrinin mərkəzi kimi kompleks inkişafı yerləşdirmə sisteminin təkmilləşdirilməsi üçün vacib şərtir.[3, səh.18] .

Qeyd edildiyi kimi, ərazilərin məskunlaşmasında şəhərlərin və kiçik yaşayış

məntəqələrinin rolu böyükdür. Belə şəhərlərin həm kənd təsərrüfatı, həm sənaye və təbii potensialı dövlətin sosial-iqtisadi inkişafını stimullaşdırır, bölgə *əhalisinin rifahının yaxşılaşdırılmasına*, məşğulluğun təmin edilməsinə, həyat şəraitinin yüksəlməsinə müsbət təsir göstərən *vacib* amillərdən biridir. Bu infrastruktur sahələrin inkişafı və bərpası birbaşa bu amillərlə bağlıdır.

Azərbaycanın bütün bölgələrində olduğu kimi Qarabağda da tarix boyu əhalinin məskunlaşması prosesində kənd təsərrüfatı məhsullarının becərilməsi və onların emalı iqtisadi baza rolunu oynamışdır. Bu bölgədə kənd yaşayış məntəqələrinin inkişafında kənd təsərrüfatı və yüngül emal sənayesinin müxtəlif sahələrinin təsiri özünü uzun illər göstərmişdir.

Yaşayış zonaları və məntəqələri arasında daha yüksək inkişaf səviyyəsinə malik olan şəhərlər məskunlaşma sistemində xüsusi təsirə malikdir. Əhalinin və sənaye istehsalının xeyli hissəsini özündə cəmləşdirən şəhərlər, kənd yaşayış məntəqələri ilə birlikdə məskunlaşmanın inkişafına kömək edən mərkəzlər rolunu oynayır. Onlar nəqliyyat xətləri ilə birlikdə məskunlaşmanın əsas hissəsini əmələ gətirir. Regionun məskunlaşma sisteminin respublika məskunlaşma sistemi ilə müqayisə etmək üçün əhalinin və yaşayış məntəqələrinin sıxlığı, rayon mərkəzləri arasındakı məsafə, kənd yaşayış məntəqələrinin əhalisinin orta sayı nəzərə alınmalıdır. Bu sistemin əsas prinsipi yaşayış məntəqələrinin bir-biri ilə olan qarşılıqlı əlaqələrdir. Belə əlaqədə rayon mərkəzlərinin rolu aparıcıdır.

Məskunlaşmanın əsas hissələri ərazinin ən iri, ən çox inkişaf etmiş, çox əlverişli iqtisadi coğrafi mövqeyə malik olan sənaye və inzibati-mədəni mərkəzləridir. Bu rayon mərkəzləri əsasən təsərrüfat strukturunun nizamlanmasında böyük rol oynamışdır. Vaxtilə fəaliyyət göstərən istehsal və xidmət obyektlərinin bərpası ətraf kiçik yaşayış məntəqələrində məskunlaşan əhalinin məşğulluğu və sosial-mədəni tələbatının ödənilməsində mərkəz funksiyasını yerinə yetirə bilər.

Şəhərlər təsərrüfatda təkcə inzibati mərkəz rolunu yerinə yetirmir. Burada yüngül sənayenin inkişaf etdirilməsi onların dayaq mərkəzləri rolunda çıxış etməsi üçün əsas amillərdən biridir. Həmçinin, bölgənin turizm infrastrukturunun təşkilində həm kəmiyyət, həm də keyfiyyət göstəriciləri mədəni-tarixi, memarlıq, etnoqrafik, folklor və digər zəngin resurslarını özündə əks etdirməlidir. Məsələn, Şuşa şəhəri turizm və rekreasiya, təhsil və mədəniyyət sahədə inkişafı öz üzərinə götürə bilər və bu proseslərin effektini nəzərə alaraq bir regional mərkəz kimi əhəmiyyəti daha da yüksələr, eyni zamanda ətraf rayonların şəhər və kəndlərinin dinamik, davamlı inkişafına əlavə stimula verə bilər. Qarabağın digər rayonları da perspektivdə Şuşa şəhərinin coğrafi, logistik, ekoloji və turizm potensialından yararlanaraq, bölgənin məskunlaşma sistemində öz əhəmiyyətli rolunu daha da genişləndirə bilər. Müasir şəraitdə tutduğu təbii-coğrafi mövqeyi, gözəl ekosistemi bu şəhərə fərdi yanaşılmanı tələb edən faktorlardır. Şuşa və ətraf kəndləri Qarabağ İqtisadi rayonunda turist marşrutları, istirahət obyektləri üçün də ən əlverişli mərkəz kimi özünü doğrultmaq imkanlarına malikdir.

Regionun ərazisində əsas regional sənaye mərkəzi kimi *Xankəndi şəhəri* formalaşmışdır. Şəhər təbii gözəlliklərə və strateji mövqeyə sahibdir. Xankəndi şəhərinin əhatə dairəsinə inzibati cəhətdən Xankəndi və Kərkicahan qəsəbəsi daxildir. Sahəsi 8,8 km²-dir. Bakıdan 329 km uzaqlıqda yerləşir. Xankəndi 250 illik tarixi olan nisbətən cavan şəhərlərdən sayılır. Qarabağ xanlıqlarının istirahət mərkəzi kimi salınsa da, XX əsrdə o, Azərbaycanın yeni sənaye və mədəniyyət mərkəzi kimi inkişaf etməyə başlayır. Xankəndi 1923-cü ildən etibarən Dağlıq Qarabağ Muxtar Vilayəti daxilində ən mühüm şəhər olmuşdur. Orada 34 məhəllə var idi və böyük əraziyə malik idi. Bu məhəllələrin bir çoxu azərbaycanlı məhəllələrindən ibarət idi. Adətən, hər məhəllədə bir və ya bir neçə məscid və hamam var idi. [5].

Xankəndi şəhərinin özündə yüngül və yeyinti sənayesi inkişaf etmişdir. Şəhərin əsas inkişafı 1960-1970-ci illərdə başlamış, bu dövrdə ərazidə mühüm infrastruktur qurulmuş, müxtəlif dövlət idarələri və sənaye müəssisələri tikilmişdir. Xankəndi 1978-ci ildən şəhər statusu almışdır.

Şəhərin əhalisi müxtəlif etnik qruplardan ibarət olsa da, 2020-ci ilin müharibəsindən sonra

demoqrafik vəziyyət dəyişmişdir və müharibə zamanı şəhərdəki bir çox binalara xeyli sayda ziyan dəymişdir.

Xankəndi şəhərindəki yaşayış məhəllələri müxtəlif memarlıq-planlaşdırma xüsusiyyətlərinə malikdir və əhalinin ehtiyaclarına uyğun olaraq fərdi tipli yaşayış binaları və infrastruktur obyektlərdən ibarətdir. Şəhərin şəhərsalma inkişafı və əhalinin sıxlığının artması ilə əlaqədar olaraq yaşayış zonalarının (məhəllələrin) planlaşdırılması da zamanla dəyişmişdir. Şəhərin mərkəzi hissəsinə doğru çoxsaylı 5-10 mərtəbəli binalar, ticarət mərkəzləri, banklar və digər xidmət sahələri yerləşmişdir. Xankəndinin inkişaf edən hissələrində isə daha müasir inşaat texnologiyaları ilə inşa edilən binalar və sosial-xidmət obyektləri mövcuddur. Burada həm fərdi evlər, həm də çoxmərtəbəli evlər tikilmişdir. Şəhərin ətraf zonalarında yüngül sənaye müəssisələri və bəzi xidmət strukturları yerləşmişdir.

Bu binalarda sovet dövrünün şəhərsalma tələblərinə cavab verən memarlıq-planlaşdırma və memarlıq obrazı nəzərə alınmışdır.

Rayonun digər inzibati mərkəzi isə **Şuşa şəhəridir**. Ərazisi 289 km²-dir. Şuşa rayonunun ərazisinə bir şəhər, bir qəsəbə və 31 kənd daxildir. [1]. Yerləşdiyi ərazinin özünəməxsus dağ peyzajı ilə əhatələnən mənzərəsi Şuşa şəhərinin memarlıq siması üçün xarakterikdir. Şəhərin daha qədim olan şərq tərəfi sakit relyefə, sonradan məskunlaşmış qərb tərəfi isə amfiteatr xüsusiyyətinə malikdir. Şəhərin inşası zamanı ətrafında geniş yayılmış ağ qaya daşlarından istifadə edilmişdir.

Qarabağ bölgəsinin coğrafi mövqeyi, gözəl təbiəti, strateji əhəmiyyətli olması tədqiqatçılar tərəfindən dəfələrlə qeyd olunmuşdur. Həmçinin, Şuşa şəhərinin memarlığını və memarlıq abidələrini tədqiq edən. prof. Elturan Avalov şəhərin memarlıq-planlaşdırma inkişafını üç mərhələyə bölmüşdür. Birinci mərhələdə Şuşa şəhərinin əsasının qoyulması dövründən başlayır (1753-1754). Həmin dövrdə Şuşa qalası, qaladaxili qəsrlər və xan sarayları inşa edilmiş, şərq sektorunun aşağı hissəsinin inşasına başlanılmış və 9 aşağı məhəllə formalaşdırılmışdır. [4]

Şuşa şəhərinin şəhərsalma inkişafı xüsusən son illərdə böyük dəyişikliklərə məruz qalmışdır. Bu, tək yaşayış məhəllələrinin bərpası ilə bağlı deyil, həm də şəhərin tarixi və mədəni irsinin qorunması ilə bağlıdır. Çünki, Şuşa Qarabağ bölgəsinin mədəniyyət paytaxtı olaraq xüsusi strateji mövqe daşıyır.

Şəhərin mərkəzi hissəsindəki tarixi abidələr, qalalar, məscidlər və digər mədəniyyət ocaqları şəhərsalma strukturunun əsasını təşkil edir. Şuşa şəhəri, məhz bu cəhətləri ilə özünəməxsus memarlıq üslubuna malikdir.

Şəhərin ilk dövrlərdəki inkişafı əsasən təbii mənzərəyə uyğun olaraq, daşdan və kərpicdən inşa edilmiş evlər və binalarla həyata keçirilib. Bu gün isə şəhərin şəhərsalma strukturu müasir urbanizasiya prinsiplərinə uyğun olaraq dəyişir.

Xüsusilə müharibədən sonrakı dövrdə Şuşa və ətraf kənd yaşayış məntəqələrinin bərpa və yenidənqurma işləri dövlət proqramları çərçivəsində sosial-iqtisadi layihələrinin həyata keçirilməsi ilə genişlənib.

Şəhərin yaşayış məhəllələri ümumilikdə tarixi və mədəniyyət abidələri ilə əhatə olunmuşdur və müxtəlif hissələrində yerləşən məhəllələr tarixi abidələrlə yanaşı, yeni binaların tikilməsi ilə zənginləşib. Şuşa şəhərinin yaşayış məhəllələri ənənəvi və müasir memarlığın vəhdət təşkil etdiyi zonadır. Şəhərdəki yaşayış evləri əksər hallarda tarixi tikililərlə bərabər yeni memarlıq-planlaşdırma tendensiyalarını əks etdirir. Şəhərin ənənəvi evləri ağ daşdan tikilmişdir. Lakin son dövrlərdə müasir infrastruktur və tikinti texnologiyaları ilə binaların qurulmasına başlanmışdır. Yeni tikilən binalar daha böyük və müasir imkanlar təqdim etsə də, bu binaların fadaları və memarlıq obrazları Şuşanın tarixi koloritini qorumağa çalışır.

Müasir dövrdə, binalar xüsusilə Şuşa şəhəri kimi tarixi, mədəniyyət və turizm əhəmiyyətli yerlərdə, ekoloji təmiz materiallardan və memarlıq baxımından daha uyğun olan dizyndan istifadə edilir.

Burada həmçinin, həm yerli, həm də gələn qonaqların ehtiyaclarına cavab verən müxtəlif sosial obyektlər (mədəniyyət və ticarət mərkəzləri, otellər, və s.) də mövcuddur.

Şuşa şəhəri də müharibə dövründə ciddi ziyan görmüşdür, lakin son illərdə aparılan bərpa və yenidənqurma işləri sayəsində şəhər əvvəlki mövqeyinə qayıdır. Ətraf kəndlərin əksəriyyəti tamamilə dağılmış vəziyyətdədir. Şuşa şəhərinə yaxın yerləşən Daşaltı kəndi qismən dağıdılmışdır. Kənddə evlərin xeyli hissəsi yararlı vəziyyətdə qalmışdır.

Ağdam şəhəri haqqında isə qeyd etmək olar ki, tamamilə dağıdılıb, talan olunmuşdur. Şəhərin tarixi-mədəni və yaşayış binaları yararsız vəziyyətə salınmışdır.

Beləliklə, , şəhər və kənd yaşayış məntəqələrinin bərpası, yeni yaşayış evlərinin inşası, yol infrastrukturalarının bərpası, tarixi abidələrin restavrasiya edilməsi, sosial obyektlər, Qarabağ İqtisadi Rayonunun gələcək inkişafı üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Şəhər, qəsəbə və kənd əhalisinin məskunlaşma sayı, sosial-iqtisadi bazası, Qarabağ bölgəsinin şəhərsalma məsələlərini ciddi və planlı şəkildə əhatə edəcək. [1].

Dövlət və özəl sektorların birgə səyləri ilə bu proseslər sürətləndirilərək bölgənin inkişafına mühüm təsir göstərəcəyi nəzərdə tutulmuşdur.

Qarabağ İqtisadi Rayonunun kiçik və orta miqyaslı şəhərlərinin, kənd yaşayış məntəqələrinin inkişafı regionda mədəni və sosial birliyi, bərpa proseslərini gücləndirəcək, əhalinin öz ata-baba torpaqlarına dönməsini və bu ərazilərdə həyatın yenidən canlanması, işgüzar şəraitin yaradılması üçün yeni iş yerlərinin açılmasına təkan verəcək. Şəhər və kənd yaşayış məskənlərinin bərpası, inkişafı təsərrüfat strukturlarının yaranması, iqtisadi potensialın yüksəlməsi prosesində iqtisadi və sosial infrastruktur (sənaye sahələri, xidmət sferası, ticarət, inzibati idarəetmə) daha güclü rola malik olacaq.

Nəticə

Qarabağ İqtisadi Rayonunun Regional Məskunlaşma Sisteminin tərkibində inkişaf problemlərini göstərməklə ərazinin kompleks təhlili və ehtiyat potensialının qiymətləndirilməsi, məskunlaşma sistemlərinin formalaşması və xüsusi şəraitdə regionun bərpası və təşkili proqnozu, kiçik və orta miqyaslı şəhərlərin, qəsəbə və kəndlərin daha sürətlə inkişaf etdirilməsi, regional mühəndis, nəqliyyat-kommunikasiya infrastrukturalarının bərpası və inkişafı, təbii və tarixi mədəni irsin qorunub saxlanması istiqamətində kompleks təkliflər hazırlanmalıdır.

İstifadə olunan ədəbiyyatlar

1. Azərbaycan Respublikası regionlarının 2019-2023cü illərdə Sosial-İqtisadi İnkişafı Dövlət Proqramı/ №500/ Bakı,2023.
2. Dövlət və şəhərsalma norma və qaydaları/ Şəhər, qəsəbə və kənd yaşayış məskənlərinin planlaşdırılması və tikilib abadlaşdırılması/ Bakı, 2002.
3. Nağıyev N.H /1920–1990–ci illərdə Azərbaycan şəhərsalmasında yenilik və ənənə/ Avtoreferat/ Bakı, 2013, səh.18.
4. Avalov E. /Şuşanın memarlığı/ Bakı,1977.
5. https://az.wikipedia.org/wiki/Qaraba%C4%9F_iqtisadi_rayonu

UOT 721.012

**DAYANIQLI ŞƏHƏR İNFRASTRUKTURUNUN İNKİŞAFINDA ŞƏHƏR
İNFORMASIYA MODELƏŞMƏSİNİN TƏDQIQI (XANKƏNDİ Ş. TİMSALINDA)***Abdullayeva A.G. Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ***ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИРОВКИ В РАЗВИТИИ
УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ (НА ПРИМЕРЕ г. ХАНКЕНДИ)***Абдуллаева А.Г. Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры***INVESTIGATION OF CITY INFORMATION MODELING IN THE DEVELOPMENT OF
SUSTAINABLE URBAN INFRASTRUCTURE (CASE STUDY OF KHANKENDİ CITY)***Abdullayeva A.G. Azerbaijan Research Institute of Construction and Architecture*

Xülasə: Bu məqalədə dayanıqlı şəhər infrastrukturunun inkişafı prosesində Şəhər İnformasiya Modelləşməsinin rolu və tətbiq imkanları araşdırılır. Tədqiqatda Şəhər İnformasiya Modelləşməsinin inkişaf etmiş ölkələrin rəqəmsal şəhərsalma təcrübələrindən nümunələr, xüsusən də inkişaf etmiş ölkələrin strateji yanaşmalar öyrənilir, mövcud nailiyyətlər və gələcək perspektivlər qiymətləndirilir. Eyni zamanda, Azərbaycanın Xankəndi şəhəri timsalında Şəhər İnformasiya Modelləşməsinin potensial tətbiqi imkanları və perspektivləri təhlil olunur. Məqalədə Azərbaycan və digər ölkələrdə bu yanaşmanın üstünlükləri, çətinlikləri, məhdudiyyətləri nəzərdən keçirilir, regionun planlaşdırılması, dayanıqlılıq, sosial-iqtisadi inkişaf və ekoloji məqsədlər baxımından şəhər informasiya modelləşməsinin səmərəliliyi təhlil edilir. Nəticədə, Xankəndi şəhərində dayanıqlı infrastrukturun inkişafı istiqamətində Şəhər İnformasiya Modelləşməsinin tətbiqinin mövcud problemləri və üstünlükləri təhlil olunur və bu sahədə potensial həll yolları təklif edilir.

Açar sözlər: şəhər informasiya modelləşməsi, dayanıqlı şəhər infrastruktur, rəqəmsal mühit, şəhərsalma, region planlaşdırılması, ekoloji davamlılıq, ağıllı şəhər.

Аннотация: В данной статье исследуется роль и возможности применения городской информационной моделировки в процессе развития устойчивой городской инфраструктуры. В исследовании приводятся примеры цифровых практик градостроительства в развитых странах, в частности, анализируются стратегические подходы этих стран, достигнутые успехи и перспективы на будущее. Одновременно на примере города Ханкенди в Азербайджане рассматриваются потенциальные возможности и перспективы внедрения городской информационной моделировки. В статье анализируются преимущества, трудности и ограничения данного подхода в Азербайджане и других странах, а также оценивается эффективность городской информационной моделировки с точки зрения регионального планирования, устойчивого развития, социально-экономического прогресса и экологических целей. В заключении проводится анализ существующих проблем и преимуществ применения городской информационной моделировки для развития устойчивой инфраструктуры в Ханкенди и предлагаются возможные пути их решения.

Ключевые слова: городское информационное моделирование, устойчивая городская инфраструктура, цифровая среда, градостроительство, региональное планирование, экологическая устойчивость, умный город.

Summary: This article investigates the role and potential of City Information Modeling (CIM) in the development of sustainable urban infrastructure. The study presents examples from digital urban planning practices in developed countries, particularly examining the strategic approaches of advanced nations, current achievements, and future perspectives. At the same time, the potential applications and prospects of City Information Modeling are analyzed based on the case of Khankendi. The article reviews the benefits, challenges, and limitations of this approach in Azerbaijan and other countries, and evaluates the efficiency of city information modeling in terms of regional planning, sustainability, socio-economic development, and environmental objectives. In conclusion, the study analyzes the existing problems and

advantages of implementing City Information Modeling for the development of sustainable infrastructure in Khankendi, and proposes potential solutions for addressing these issues.

Keywords: sustainable urban infrastructure, City Information Modeling, digital environment, urban planning, regional planning, ecological sustainability, smart city.

1. Giriş

Qlobal miqyasda sürətlə artan urbanizasiya prosesi, şəhərlərin müasir dövrün tələblərinə uyğun olaraq davamlı, səmərəli və yaşayışa yararlı hala gətirilməsini zəruri edir. Məhz bu kontekstdə şəhərsalma sahəsində yeni yanaşmalar və texnoloji innovasiyalar mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Dayanıqlı şəhərsalma və region planlaşdırılması, müasir şəhərlərin qarşılaşdığı sosial, iqtisadi və ekoloji çağırışlara cavab vermək məqsədilə inteqrasiya olunmuş yanaşma tələb edir. Bu zaman urbanizasiya prosesinin daha da mürəkkəbləşdiyi, şəhərin müxtəlif infrastruktur elementlərinin daha sıx əlaqədə olduğu, eyni zamanda resursların məhdudlaşdığı bir şəraitdə, şəhərsalma prosesində məlumatların idarə edilməsi ön plana çıxır.

Şəhər İnformasiya Modelləşməsi şəhər səviyyəsində rəqəmsal məlumatın toplanması, emalı, modelləşdirilməsi və müxtəlif ssenarilər üzrə analizinə əsaslanan kompleks bir yanaşmadır. Şəhər İnformasiya Modelləşməsi (City Information Modeling – bundan sonra CIM) Bina İnformasiya Modelləşməsi (Building Information Modeling – bundan sonra BIM) konsepsiyasından irəli gəlmişdir və şəhərlərin binalardan yol şəbəkələrinə, mühəndis kommunikasiyalarına və ictimai xidmətlərə qədər bütün infrastrukturunu rəqəmsal mühitdə bir araya gətirir. Bu texnologiya vasitəsilə şəhərin hazırkı vəziyyətinə dair ətraflı məlumatlar əldə olunur, gələcək planlarda səmərəli qərarların verilməsi üçün analitik əsas formalaşdırılır.

Bu məqalənin məqsədi, Xankəndi şəhəri təmsalında dayanıqlı şəhər infrastrukturunun inkişafı istiqamətində CIM-in rolu və tətbiqi imkanlarını araşdırmaq, həmçinin bu sahədə dünya təcrübəsinə nəzər salmaqdır. Tədqiqatda Azərbaycanın şəhərsalma kontekstində CIM-in tətbiqi potensialı, üstünlükləri və məhdudiyyətləri elmi əsaslarla təhlil ediləcək, həmçinin oxşar xarakterli şəhərlərdə uğurlu tətbiq nümunələri təqdim olunacaq.

3. Nəzəri əsaslar və inkişaf perspektivləri

Eastman (2011) BIM-in tikinti sektoruna verdiyi töhfəni vurğulayaraq, bu texnologiyanın məkan planlaşdırılmasından sonra idarəetmə proseslərinə verdiyi imkanları qeyd etmişdir. Alexander & Witzeling (2015) isə CIM-in şəhər infrastrukturunun bütövlükdə rəqəmsal reallığını formalaşdırmaq potensialına malik olduğunu göstərmişdir. Onlara görə, CIM təkcə mühəndislik çərçivəsində deyil, sosial, iqtisadi və ekoloji aspektlərin inteqrasiyası ilə əhəmiyyətli qərar dəstəyi verir. İnkişaf etmiş ölkələrdə CIM-in tətbiqi müxtəlif səviyyələrdə müşahidə olunur. Məsələn:

- Sinqapur şəhər planlaşdırılmasında “Virtual Singapore” layihəsi çərçivəsində üçölçülü (3D) rəqəmsal modelləşməni aktiv şəkildə tətbiq edir. Bu, şəhər infrastrukturunun səmərəli planlaşdırılması, enerji istehlakı proqnozları, nəqliyyat axınlarının tənzimlənməsi kimi geniş spektrli məsələlərin həllində istifadə edilir.

- Finlandiyanın paytaxtı Helsinkidə şəhərin demək olar ki, bütün ərazisinin 3D rəqəmsal modeli yaradılmışdır. Helsinkidəki bu modellər şəhərsalma qərarlarının qəbulu, turizmin inkişafı, ekoloji yükün qiymətləndirilməsi və bir çox digər sahələrdə fəal istifadə olunur.

- Avropa Birliyinin Horizon 2020 layihələri çərçivəsində müxtəlif şəhərlərdə (Barselona, Amsterdam, Vyana və s.) smart şəhər yanaşmaları ilə bərabər CIM texnologiyaları sınaqdan keçirilir. Bu texnologiyaların tətbiqində əsas məqsəd səmərəli resurs idarəçiliyini təmin etmək, ekoloji tarazlığı qorumaq və şəhər infrastrukturunda gələcəkdə yaranacaq problemlərin həlli üçündür.

Azərbaycan şəhərlərinin dayanıqlı inkişafı konsepsiyasında son illərdə digital transformasiya meylləri hiss olunmaqdadır. Xüsusilə Bakı şəhərində nəqliyyat axınının izlənməsi, parklanma idarəetməsi, ətraf mühitin monitorinqi üçün rəqəmsal platformalardan istifadəyə başlanılmışdır. Bununla yanaşı, ölkənin digər regionlarında da (məs. Gəncə, Şəki, Sumqayıt) “Ağıllı şəhər” yanaşmalarının ilkin addımları atılmaqdadır. Lakin Azərbaycanın şəhərsalma təcrübəsində CIM-in tam şəkildə tətbiqi hələ yeni mərhələdədir.

Xankəndi şəhəri Qarabağ iqtisadi rayonuna daxil olmaqla, strateji coğrafi mövqeyə və zəngin mədəni irsə malikdir. Burada şəhər infrastrukturunun yenidən qurulması, dayanıqlı inkişaf prinsiplərinə uyğun planlaşdırılması, həm iqtisadi, həm sosial, həm də ekoloji aspektlər baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir. Son onilliklər ərzində Qarabağ regionunda baş vermiş hadisələr şəhər infrastrukturunun əsaslı şəkildə yenilənməsini, modernləşməsini və müasir texnologiyaların tətbiqini zəruri edib. Xankəndinin dayanıqlı inkişafa nail olması üçün davamlı enerji səmərəliliyi, nəqliyyat şəbəkəsinin optimallaşdırılması, su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin səmərəli idarə edilməsi, həmçinin ekoloji tarazlığın qorunması vacibdir. Bu prosesdə CIM-in integrasiyası xüsusi əhəmiyyət kəsb edə bilər.

3. Araşdırma metodu

Məqalədə tətbiq olunan metodologiya aşağıdakı mərhələləri əhatə edir:

- Ədəbiyyatın toplanması və tədqiqi: CIM-in şəhərsalma və infrastruktur planlaşdırılmasındakı rolu barədə mövcud ədəbiyyat öyrənilmiş, inkişaf etmiş ölkələrin təcrübələrinə dair nümunələr sistemləşdirilmişdir.

- Mövcud nümunələrin təhlili: Singapur, Helsinki, Barselona və digər şəhərlərdə tətbiq edilmiş CIM layihələrinin nəticələri, istifadə olunan texnologiya və yanaşmalar, müsbət və mənfi tərəflər müqayisəli şəkildə araşdırılmışdır.

- Xankəndi şəhəri kontekstində situasiya analizi: Mövcud şəhər infrastrukturunun vəziyyəti, habelə potensial çağırışlar və imkanlar təhlil edilmişdir. Regionun coğrafi, iqtisadi və sosial xüsusiyyətləri nəzərə alınaraq CIM-in tətbiq ssenariləri təklif edilmişdir.

- Ekspert rəylərinin nəzərə alınması: Şəhərsalma, memarlıq və dayanıqlı infrastruktur sahələri üzrə mütəxəssislərin mövqeləri, həmçinin yerli idarəetmə orqanlarının strateji baxışları nəzərə alınmışdır.

- Toplanmış məlumatlar əsasında CIM-in Xankəndi şəhərində tətbiqinə dair optimal strategiyalar formalaşdırılmışdır.

4. Xankəndi şəhəri üçün CIM-in tətbiq cərcivəsi

Şəhər İnformasiya Modelləşməsi üçün ilkin şərt mövcud infrastrukturun rəqəmsal formatda təqdim edilməsi və müvafiq geoinformasiya sistemlərinin (Geographic Information System – bundan sonra GIS) yaradılmasıdır. Xankəndi şəhəri üçün integrasiya olunmuş GIS bazasının formalaşdırılması:

- Əsas yol şəbəkəsi, nəqliyyat infrastrukturunun təhlili (mövcud və planlaşdırılan yollar, piyada zonaları, avtomobil dayanacaqları və s.),

- Mövcud binalar və tikililərin 3D modellərinin yaradılması, şəhərin rəqəmsal layihəsinin formalaşdırılması,

- Mühəndis-kommunikasiya xətləri (elektrik, su-kanalizasiya, qaz, rabitə və s.),

- Yaşıl zonalar, ekoloji cəhətdən həssas ərazilər və qoruqların coğrafi koordinatlarının müəyyənəndirilməsi,

- Tarixi-mədəni irs obyektlərinin rəqəmsal bazada qeydiyyatı göstərməlidir.

CIM-in əsas üstünlüklərindən biri gələcək inkişaf ssenarilərinin müxtəlif parametrlər əsasında (məsələn, əhali artımı, nəqliyyat yükü, enerji tələbatı, ekoloji yük və s.) modelləşdirilməsidir. Bu Xankəndi şəhərinin dayanıqlı infrastrukturunun formalaşdırılmasında əsaslı qərarların qəbulunu xeyli asanlaşdırır. Nümunə üçün:

- müxtəlif ictimai nəqliyyat növlərinin inkişafı, piyada və velosiped infrastrukturunun genişləndirilməsi, nəqliyyat axınlarının tənzimlənməsi,

- bərpa olunan enerji mənbələrinin payının artırılması, binalarda enerji səmərəliliyi tədbirlərinin həyata keçirilməsi,
- şəhər yaşıllıqlarının artırılması, çirkənmə səviyyəsinin modelləşdirilməsi, ekosistemlərin davamlılığının qiymətləndirilməsi verilmişdir.

CIM sayəsində Xankəndi şəhəri üçün ekoloji, sosial və iqtisadi indikatorlar üzrə real zamanlı (və ya dövrü) monitorinq aparmaq mümkündür. Bu, şəhərin müxtəlif sahələr üzrə meyarlara uyğunluğunun (məsələn, BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Məqsədləri) dəyərləndirilməsi imkanı yaradır. Məsələn, havanın keyfiyyəti, su ehtiyatlarının idarə olunması, bərk tullantıların emalı və s. üzrə gerçək vəziyyət davamlı izlənilə bilər.

Dünya Bankının hesablamalarına görə, şəhər infrastrukturunun rəqəmsal modelləşdirilməsi uzunmüddətli perspektivdə 10-15%-ə qədər tikinti və idarəetmə xərclərinə qənaət etməyə imkan verir. Sinqapurda "Virtual Singapore" layihəsi çərçivəsində yol infrastrukturuna illik xərclər 8-10% azaldılmışdır.

CIM platformaları şəhər planlaşdırılmasına cəlb edilmiş tərəflərə (dövlət orqanları, özəl sektor, vətəndaş cəmiyyəti) açıq və şəffaf məlumat bazası təqdim edir. Məsələn, Helsinkidə 3D şəhər modeli ictimaiyyətə açıqdır və memarlar, inşaatçılar, tələbələr, ictimai fəallar bu platformadan sərbəst şəkildə istifadə edir. Bu yanaşma qərar qəbul etmə prosesinin səmərəliliyini yüksəldir, eyni zamanda ictimai iştirakçılığı gücləndirir.

Bu texnologiyalar vasitəsilə təbii fəlakətlərə (sel, zəlzələ, sürüşmə və s.) qarşı qabaqlayıcı tədbirləri modelləşdirmək, infrastrukturun zəif nöqtələrini aşkar etmək və planlı şəkildə müdaxilə etmək mümkündür. Bu, xüsusilə Xankəndi kimi seysmoloji cəhətdən aktiv zonalarda (ümumən Qarabağ regionu) mühüm əhəmiyyət daşıyır.

CIM-in əsasında şəhərin yüksək dəqiqlikli lazer skan edilməsi, 3D modellər, obyektlərin sensor müşahidə sistemləri kimi texnologiyalar dayanır. Xankəndidə bu tip infrastrukturun hələ ki, məhdud səviyyədə olması, ilkin mərhələdə böyük investisiya tələblərini gündəmə gətirir.

CIM-in tətbiqi üçün həm proqram təminatı, həm də informasiya idarəçiliyi sahəsində ixtisaslaşmış mütəxəssislərin hazırlanması vacibdir. Hazırda Azərbaycanda BIM/CIM mütəxəssislərinin sayı məhdud olmaqla yanaşı, regionlarda bu sahədə ixtisaslaşmış kadrlar daha da azdır. Xankəndidə fəaliyyət göstərən universitet və ya tədris mərkəzlərinin bu istiqamətdə ixtisaslaşması ehtiyac duyulan məsələlərdəndir.

Şəhərsalma prosesində rəqəmsal məlumatların toplanması, paylanması, mühafizəsi, müəllif hüquqları və kommersiya sirləri ilə bağlı hüquqi tənzimləmə mexanizmləri hələ tam formalaşmayıb. Bu, CIM üçün "böyük həcmli məlumatlar (big data)" səviyyəsində informasiya mübadiləsinin ləngidə bilər. Eyni zamanda, şəhər infrastrukturuna dair məlumatların açıqlıq dərəcəsi, dövlət və özəl sektorlə razılaşdırılmadan anlaşılmazlıqlara səbəb ola bilər.

5. Perspektivlər

Azərbaycanın digər şəhərləri (Gəncə, Şəki, Mingəçevir və s.) coğrafi, tarixi, iqtisadi və demoqrafik baxımdan Xankəndiyə qismən oxşar xüsusiyyətlər daşıya bilər. Burada da infrastrukturun yenilənməsi və dayanıqlılığın artırılması məqsədilə CIM-in tətbiqi səmərəli ola bilər. Məsələn, Mingəçevir su anbarı zonası olduğu üçün enerji istehsalı ssenarilərinin modelləşdirilməsi şəhər planlaşdırılmasına böyük töhfə verə bilər. Şəki turizm zonası olduğundan tarixi mərkəzin qorunması və idarə edilməsi üçün CIM texnologiyaları istifadə edilə bilər.

BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Məqsədlərinə (DİM) uyğun olaraq, şəhərsalma prosesində xüsusi əhəmiyyət daşıyan məqsədlərdən biri olan 11-ci məqsəd "Dayanıqlı şəhərlər və icmalar"dır. Bu məqsədə çatmaq üçün effektiv metodlar arasında rəqəmsal mühit və CIM ön sıralarda yer alır. Xüsusilə:

- Şəhər mühitinin karbon izinin (carbon footprint) azaldılması,
- Binaların və infrastrukturun enerji səmərəliliyinin artırılması,
- Tullantıların səmərəli toplanması və emalı,
- Ekosistemlərə dəyən təsirin minimallaşdırılması,
- İctimai iştirakçılığın artırılması.

CIM bu hədəflərin reallaşdırılmasında integrasiya olunmuş məlumat bazası və analitik mexanizm rolunu oynayaraq həm uzunmüddətli, həm də qısamüddətli planları formalaşdırmaqda əsaslı dəstək verir.

Nəticələr

Xankəndi şəhərinin timsalında aparılan təhlillər göstərir ki, CIM dayanıqlı şəhər infrastrukturunun qurulmasında strateji əhəmiyyətə malikdir:

1. Yol, nəqliyyat, su, elektrik, qaz, kanalizasiya xətləri, yaşayış binaları, ictimai obyektlər, sənaye zonaları və s. mənbələrdən toplanan məlumatların vahid sistemdə koordinasiyası şəhərin gələcək inkişaf planlarını daha səmərəli etməyə şərait yaradır.

2. CIM vasitəsilə şəhərin ekoloji durumunun davamlı monitorinqi, enerjiyə tələbatın çevik proqnozlaşdırılması, nəqliyyat yükünün dinamikasının təhlili, şəhər infrastrukturunun gələcəkdə baş verə biləcək fəlakətlərə davamlılığının əvvəlcədən qiymətləndirilməsi mümkündür. Bu isə şəhərsalmanın iqtisadi, ekoloji və sosial aspektlərini daha optimal şəkildə balanslaşdırmağı mümkün edir.

3. CIM şəhər infrastrukturunun planlaşdırılması, inşası və istismarında xərcləri orta hesabla 10-15% azaltmağa kömək edir. Xankəndi şəhərində modernizasiya işləri genişmiqyaslı həyata keçiriləcəyi halda, bu texnologiyanın tətbiqi külli miqdarda vəsaitin səmərəli xərclənməsinə dəstək olacaqdır.

4. CIM-in tətbiqini uğurla həyata keçirmək üçün ixtisaslaşmış mütəxəssislərin yetişdirilməsi əsas faktorlardan biridir. Bu məqsədlə dövlət, ali təhsil ocaqları və özəl sektor arasında əməkdaşlığın gücləndirilməsi, xüsusi təlim və tədris proqramlarının hazırlanması gərəkdir. Paralel olaraq, hüquqi-normativ bazanın təkmilləşdirilməsi, məlumatların açıqlığı və təhlükəsizliyi, intellektual mülkiyyət hüquqları kimi məsələlər üçün konkret mexanizmlər yaradılmalıdır.

5. Xankəndidə CIM-in tətbiqi üzrə ilkin mərhələdə pilot zonalar seçilə bilər. Məsələn, şəhər mərkəzi və ya yeni inşa ediləcək məhəllələr. Bu pilot layihələr vasitəsilə texniki və administrativ problemlər müəyyən edilərək, daha geniş miqyaslı tətbiq öncəsi həll yolları işlənib hazırlana bilər.

6. CIM-in şəhər infrastrukturunda uğurlu tətbiqi üçün ictimaiyyətin rolu əhəmiyyətlidir. Açıq məlumat platformaları, ictimai müzakirələr və iştirakçılıq mexanizmləri vasitəsilə qərar qəbul etmə prosesinə sakinlərin, mütəxəssislərin və QHT-lərin cəlb edilməsi şəhərin davamlı inkişafına daha böyük dəstək verə bilər.

7. Xankəndi şəhəri nümunəsində aparılan bu tədqiqatın nəticələri Azərbaycanın digər şəhərlərində də CIM-in tətbiqinə dair yol xəritəsi rolunu oynaya bilər.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. Azərbaycan Respublikasının Şəhərsalma və Tikinti Məcəlləsi (2012).
2. Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsinin 2021-2025-ci illər üçün inkişaf konsepsiyası (2021).
3. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., & Liston K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons.
4. Alexander G., & Witzeling L. (2015). "City Information Modeling: Bridging the Gap between BIM and Urban Planning". Journal of Urban Technology, 22(4), 65-84.
5. World Bank (2020). Smart Cities and Digital Infrastructure: Roadmap for Efficient Urban Management. World Bank Publications.
6. Virtual Singapore (2022). Singapore's 3D City Modelling Initiative. Retrieved from www.virtualsingapore.gov.sg
7. Helsinki 3D Project (2021). City of Helsinki 3D Model. Helsinki City Planning Department.
8. United Nations (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.