УДК 624.15

КАМ ҚАВАТЛИ ЭНЕРГИЯ САМАРАДОР БИНОЛАР ЕРТЎЛА ДЕВОРЛАРИНИНГ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯСИ ВА ИССИҚЛИК ҲИМОЯСИ

Тулаков Э.С.
техника фанлари доктори,
Самарқанд давлат техника университети (СамДТУ)

Асатов Н.У.
ассистент, Жиззах политехника институти (ЖизПИ)
https://doi.org/10.5281/zenodo.22332465

Аннотация

Жаҳон қурилиш ва лойиҳалаш амалиётида турар-жой биноларининг умумий ҳажмига интеграциялашган жамоат муассасалари кўпинча биринчи ва ертўла қаватларида жойлаштирилади. Бундай хоналарда меъёрий иссиқлик-намлик режимини таъминлаш учун ертўла деворларини ишончли гидроизоляция ва самарали иссиқлик изоляция қатламлари билан ҳимоялаш талаб этилади. Мақолада грунт намлиги ва ер ости сувларининг конструкцияларга таъсири, гидроизоляция турлари ҳамда ертўла деворларини ташқи томондан экструзияланган пенополистирол плиталар билан иссиқлик ҳимоялаш ечимлари таҳлил қилинган. Самарқанд шаҳри шароити учун иситиш даврининг градус-сутка кўрсаткичи ва иссиқлик изоляциясининг талаб этиладиган қалинлиги ҳисобланган. Таклиф этилган ечимлар иситишга сарфланадиган энергияни камайтириш, конденсат ва намлик пайдо бўлишининг олдини олиш, хоналарда иссиқлик қулайлигини ошириш ҳамда конструкцияларнинг эксплуатацион ишончлилигини таъминлашга хизмат қилади.

Калит сўзлар: гидроизоляция, ертўла девори, иссиқлик изоляцияси, ер ости сувларининг агрессивлиги, босимсиз гидроизоляция, босимга қарши гидроизоляция, капилляр намлик, иситиш даврининг градус-сутка кўрсаткичи, иссиқлик узатишга келтирилган қаршилик.

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ И ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА СТЕН ПОДВАЛОВ МАЛОЭТАЖНЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. Рассмотрены причины увлажнения и разрушения подземных конструкций, основные виды гидроизоляции и конструктивные решения тепловой защиты стен подвалов. Для условий города Самарканда определены градусо-сутки отопительного периода и требуемая толщина теплоизоляции из экструдированного пенополистирола. Предлагаемые решения позволяют снизить теплопотери, предупредить образование конденсата и повысить эксплуатационную надежность ограждающих конструкций.

Ключевые слова: гидроизоляция, стена подвала, теплоизоляция, грунтовые воды, капиллярная влага, градусо-сутки отопительного периода, сопротивление теплопередаче.

WATERPROOFING AND THERMAL PROTECTION OF BASEMENT WALLS IN LOW-RISE ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS

Abstract. The paper examines moisture-related deterioration of underground structures, major waterproofing systems, and external thermal protection of basement walls using extruded polystyrene boards. Heating degree-days and the required insulation thickness are calculated for the climatic conditions of Samarkand. The proposed solutions reduce heat losses, prevent surface condensation and dampness, and improve the service reliability of basement envelope structures.

Keywords: waterproofing, basement wall, thermal insulation, groundwater, capillary moisture, heating degree-days, thermal resistance.

Кириш

Қурилиш конструкцияларига кириб борадиган намлик уларнинг шикастланиши ва емирилишини келтириб чиқарувчи асосий омиллардан бири ҳисобланади. Конструкцияларни сув киришидан ҳимоялаш, яъни гидроизоляциялаш биноларнинг бутлигини сақлаш, эксплуатацион ишончлилигини таъминлаш ва хизмат муддатини узайтиришда муҳим аҳамият касб этади [6].

Ер ости сувлари сатҳи юқори бўлган шароитда уларнинг ертўла хоналарига сизиб кириши, деворларда оқиш излари ва нам доғлар пайдо бўлиши хавфи ортади. Нам грунтдан пойдевор ва цоколь массивидаги ғовак ҳамда капиллярлар орқали юқорига кўтариладиган намлик бинонинг пастки қаватлари девор термасига ҳам тарқалиши мумкин. Ер ости сувлари агрессив хусусиятга эга бўлганда эса пойдевор ва бино ер ости қисмларининг материаллари кимёвий таъсир натижасида емирилади [6].

Тадқиқотнинг мақсади - кам қаватли энергия самарадор бинолар ертўла деворларини намлик ва иссиқлик йўқотишларидан ҳимоялаш ечимларини тизимлаштириш ҳамда Самарқанд иқлим шароити учун иссиқлик изоляциясининг талаб этиладиган қалинлигини асослашдан иборат.

1. Ертўла конструкцияларини намликдан ҳимоялаш

Бинони ер ости сувлари таъсиридан ҳимоялаш учун уларнинг ҳаракатини чеклаш, сатҳини пасайтириш ва қурилиш конструкцияларига кириб боришининг олдини олишга қаратилган чора-тадбирлар амалга оширилади. Пойдевор, цоколь ва ертўла конструкцияларида вертикал ҳамда горизонтал гидроизоляция қатламлари ҳосил қилинади. Ёмғир ва қор эриши натижасида пайдо бўладиган сувларнинг пойдевор атрофидаги грунтга сингишини чеклаш мақсадида майдонга тегишли нишаблик берилади, ер усти сувларини четлаштириш тизими ташкил этилади ва бино ташқи деворлари бўйлаб асфальт, асфальтбетон ёки бошқа зич сув ўтказмайдиган материаллардан отмостка барпо этилади.

Янги қурилаётган биноларда гидроизоляция, одатда, сув таъсир қиладиган ташқи томондан бажарилади. Мавжуд биноларда ташқи девор сиртини очиш имконияти чекланган бўлса, ертўла хоналари томонидан ички гидроизоляция қўлланилади.

Сув таъсирининг хусусиятига кўра гидроизоляция қуйидаги уч турга бўлинади:

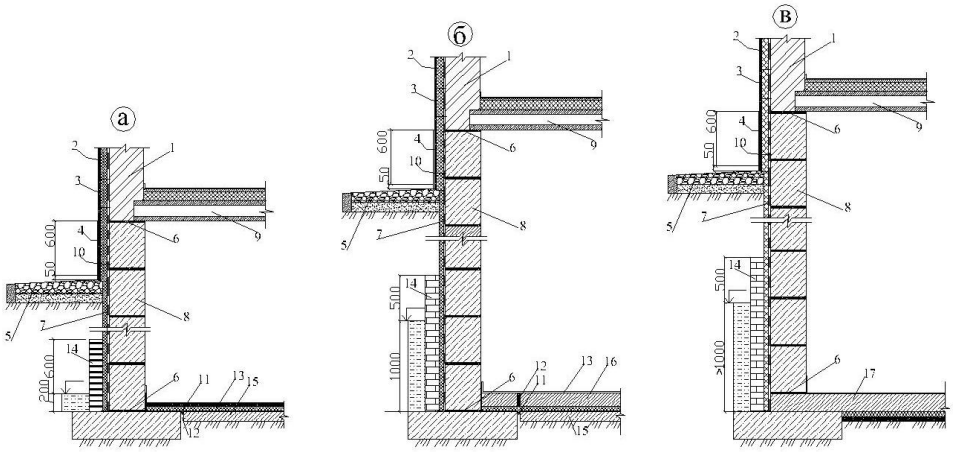
- босимсиз гидроизоляция - атмосфера ёғинлари, мавсумий грунт сувлари ва вақтинчалик намлик таъсиридан ҳимоялаш учун;
- босимга қарши гидроизоляция - пол, девор ва пойдевор каби тўсувчи конструкцияларни ер ости сувларининг гидростатик босимидан ҳимоялаш учун;
- капилляр намликка қарши гидроизоляция - намликнинг пойдевор, цоколь ва девор ғоваклари орқали юқорига кўтарилишини чеклаш учун қўлланилади [5,6].

Ертўла конструкцияларини гидроизоляциялаш ечими сув таъсирининг хусусияти ва даражаси, дренаж тизимининг мавжудлиги, конструкция материаллари, хоналарнинг функционал вазифаси, эксплуатация шароити ва йўл қўйиладиган намлик миқдорига қараб белгиланади. Материал танлашда сув ўтказмаслик, сувга чидамлилик, буғ ўтказувчанлик, сиртга адгезия ва хизмат муддати асосий мезонлар ҳисобланади.

Пудрат ташкилотининг технологик имкониятлари, ишларни бажариш мавсуми ва қурилиш суръатлари ҳам инобатга олиниши лозим.

Ертўла деворларининг ташқи сиртини ҳимоялашда ёпиштириладиган, бўяладиган, суртиладиган, сувоқли, листли (кессонли) ва гилли гидроизоляция усуллари қўлланилади [5]. Махсус усулларга инъекцион, кириб борувчи (пенетрацион), геомембранали, шимдириладиган ва чокларни герметизациялаш гидроизоляцияси, шунингдек, фаол сув сизишларини бартараф этиш технологиялари киради.

Деворларни капилляр намлик таъсиридан ҳимоялаш мақсадида пойдевор ва цоколь конструкцияларида горизонтал ҳамда вертикал гидроизоляция қатламлари ҳосил қилинади (1-расм). Горизонтал гидроизоляция намликнинг капиллярлар орқали девор бўйлаб юқорига кўтарилишини чеклайди, вертикал гидроизоляция эса конструкциянинг ён сиртини грунт намлиги ва ер ости сувлари таъсиридан ҳимоя қилади.



1-расм. Пойдеворларни гидроизоляциялаш схемалари: а - ер ости сувларининг босим баландлиги 200 мм дан кам бўлганда; б - 200-1000 мм бўл-ганда; в - 1000 мм дан юқори бўлганда; 1 - деворнинг юк кўтарувчи қисми; 2 - URSA XPS русумли экструзияланган пенополистиролдан иссиқлик изоля-цияси; 3 - металл тўр устидан цемент-оҳак қоришмали пардоз сувоқ қатлами; 4 - цоколь плиткали қопламаси; 5 - отмостка; 6 - М100 маркали цемент қо-ришмасидан горизонтал гидроизоляция; 7 - битум асосидаги суртиладиган ёки ёпиштириладиган гидроизоляция; 8 - бетон блокли ертўла девори; 9 - ертўла устидаги ораёпма; 10 - анкер; 11 - шиша толали мато; 12 - деформация чоки; 13 - ертўла поли; 14 - ғиштли ҳимоя девори; 15 - тайёрлов қатлами; 16 - бетон юкловчи қатлам; 17 - темир-бетон плита.

Бажарилиш усулига кўра гидроизоляция бўяладиган, сувоқли (цементли ёки асфальтли), қуйма асфальтли, ёпиштириладиган (ўрама материаллардан) ва қобиқли (металл листлардан) турларга ажратилади. Ертўласиз биноларда горизонтал гидроизоляцияни биринчи қават поли бетон тайёрлов қатлами сатҳида, отмостка сатҳидан 15-20 см баландликда жойлаштириш мақсадга мувофиқ [5]. Ертўлали биноларда қўшимча горизонтал гидроизоляция қатлами ертўла поли остида ҳам ҳосил қилинади. Ички деворлар остидаги пойдеворларда горизонтал гидроизоляция пойдеворнинг юқори кесими сатҳида жойлаштирилади.

Конструктив жиҳатдан горизонтал гидроизоляция кўпинча мастика устига ётқизилган икки қатлам рубероид ёки толдан, қалинлиги 10-12 мм бўлган асфальтбетон қатламидан ёхуд қалинлиги 20-30 мм бўлган цемент қоришмаси қатламидан ташкил топади [5]. Қуруқ грунт шароитида девор ташқи сиртини иссиқ битум билан икки марта суртиш етарли бўлиши мумкин. Нам грунтларда дастлаб цемент-оҳак қоришмасидан сувоқ қатлами ҳосил қилинади; у қуригандан кейин сиртга

икки қатлам битум суртилади ёки ўрама гидроизоляция материаллари ёпиштирилади. Горизонтал ва вертикал қатламларнинг узлуксиз бирикишига алоҳида эътибор бериш зарур.

Ер ости сувлари сатҳи ертўла полидан юқори жойлашганда пойдевор конструкцияси ва гидроизоляция тизимини кучайтириш бўйича махсус чоралар талаб этилади. Полимер мембраналар ёки металл листлардан герметик ҳимоя қобиғи ҳосил қилиниши, шунингдек, ер ости сувлари сатҳини пасайтириш учун дренаж ва сувни ҳудуддан четлаштириш чоралари амалга оширилиши мумкин.

2. Ертўла деворларининг иссиқлик ҳимояси

Пойдевор конструкциялари кўп ҳолларда ертўла деворлари вазифасини ҳам бажаради. Уларнинг ишончли эксплуатациясини таъминлаш учун грунт билан бевосита туташадиган ташқи тўсувчи конструкцияларни иссиқлик изоляциялаш талаб этилади. Кам қаватли турар-жой биносининг ер ости қисми орқали йўқотиладиган иссиқлик айрим ҳолларда умумий иссиқлик йўқотишининг 20% гача қисмини ташкил этиши мумкин [5].

Иситиладиган ертўлада иссиқлик изоляцияси деворларни музлашдан ҳимоя қилади, ички сиртда конденсат ҳосил бўлиши, намлик пайдо бўлиши ва моғор ривожланишининг олдини олади [3,5]. Бино ер ости қисмини иссиқлик изоляциялаш пойдеворга таъсир этувчи грунтнинг музлашдан кўпчиш кучларини ҳам сезиларли даражада камайтиради.

Иситилмайдиган ертўла деворларини иссиқлик изоляциялаш ҳам амалий аҳамиятга эга: 2 м чуқурликда грунт ҳарорати одатда 5-10 °C дан пастга тушмайди [5]. Шу сабабли тўғри бажарилган иссиқлик изоляцияси қиш даврида ертўла ҳароратини қўшимча иситишсиз 5-10 °C атрофида сақлашга ёрдам беради.

Иссиқлик изоляцияси қатламининг талаб этиладиган қалинлиги материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ва конструкциянинг меъёрий иссиқлик ҳимояси кўрсаткичларига боғлиқ ҳолда аниқланади. Ертўла деворининг ер сатҳидан юқори қисми учун талаб этиладиган иссиқлик узатишга қаршилик бино ташқи деворининг меъёрий қаршилигига тенг қабул қилинади.

3. Ҳисоблаш усули

Иситиш даврининг градус-сутка кўрсаткичи D_d қуйидаги ифода бўйича ҳисобланади:

$$D_d = (t_И - t_{Ис.д.})\ Z_{Ис.д.} \qquad (1)$$

бу ерда $t_И$ - хона ички ҳавосининг ҳарорати, °C [2];

$t_{Ис.д.}$ ва $Z_{Ис.д.}$. - ўртача суткалик ҳаво ҳарорати 10 °C дан юқори бўлмаган иситиш даврининг мос равишда ўртача ҳарорати ва давомийлиги; ушбу қийматлар ҚМҚ 2.01.01-22 бўйича қабул қилинади [1].

Ертўла деворининг ер сатҳидан юқори қисми учун талаб этиладиган иссиқлик изоляцияси қалинлиги қуйидаги формула билан аниқланади [2-4]:

$$\delta_{из} = (R_0^{кел} - 0{,}16 - \frac{\delta}{\lambda})\ \lambda_{из} \qquad (2)$$

бу ерда $R_0^{кел}$ - иситиш даврининг градус-сутка кўрсаткичига боғлиқ равишда қабул қилинадиган ташқи деворнинг иссиқлик узатишга келтирилган қарши-лиги, м²·°C/Вт; δ - девор юк кўтарувчи қисмининг қалинлиги, м; λ - девор юк кўтарувчи қисми материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м·°C).

Ертўла деворининг ер сатҳидан пастда жойлашган қисми учун иссиқлик узатишга келтирилган қаршилик қуйидагича ифодаланади:

$$R_0^{кел} = 1{,}05 + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} \quad (3)$$

бу ерда $\delta_{из}$ - иссиқлик изоляцияси қатламининг қалинлиги, м;

$\lambda_{из}$ - иссиқлик изоляцияси материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м·°С).

Шундан ер сатҳидан пастдаги қисм учун талаб этиладиган иссиқлик изоляцияси қалинлиги:

$$\delta_{из} = (R_0^{кел} - 1{,}05 - \frac{\delta}{\lambda})\ \lambda_{из} \quad (4)$$

4. Самарқанд шаҳри шароити учун ҳисоблаш мисоли (2-расм).

Ҳисоблаш учун қуйидаги бошланғич маълумотлар қабул қилинди:

- қурилиш жойи - Самарқанд шаҳри [1];
- бинонинг вазифаси - турар-жой биноси;
- ички ҳаво ҳарорати $t_И$ = 20 °С, нисбий намлиги 55%;
- ўртача суткалик ҳарорат t ≤ 8 °С бўлган давр: $t_{ис.д.}$ = +3,1 °С, $Z_{ис.д.}$ = 133 сутка;
- ўртача суткалик ҳарорат t ≤ 12 °С бўлган давр: $t_{ис.д.}$ = +4,8 °С, $Z_{ис.д.}$ = 172 сутка;
- юк кўтарувчи ғишт девор қалинлиги δ = 0,38 м, λ = 0,70 Вт/(м·°С);
- цемент-оҳак сувоқ қалинлиги 0,02 м, λ = 0,70 Вт/(м·°С);
- экструзияланган пенополистиролнинг $\lambda_{из}$ = 0,031 Вт/(м·°С) [2].

10 °С чегара ҳарорати учун кўрсаткичлар чегарадош қийматларни чизиқли интерполяциялаш орқали қабул қилинади:

$t_{ис.д.}$ = (3,1 + 4,8)/2 = 3,95 °С

$Z_{ис.д.}$ = (133 + 172)/2 = 152,5 ≈ 153 сутка

Иситиш даврининг градус-сутка кўрсаткичи:

D_d = (20 - 3,95) · 153 = 2455 градус-сутка

Турар-жой бинолари учун a = 0,00035 ва b = 1,4 коэффициентлар қабул қилинганда талаб этиладиган иссиқлик узатиш қаршилиги [2]:

$R_0^{тал}$ = a · D_d + b = 0,00035 · 2455 + 1,4 = 2,26 м²·°С/Вт

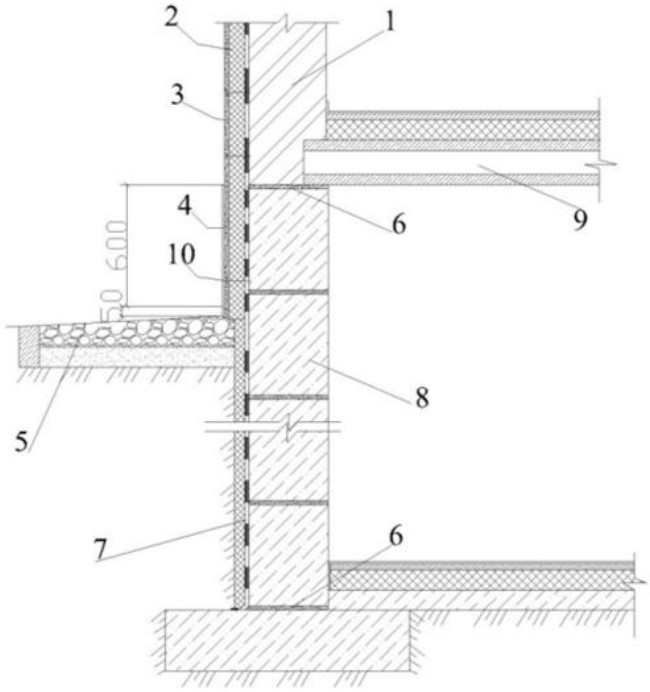
Ер сатҳидан юқоридаги қисм учун иссиқлик изоляциясининг ҳисобий қалинлиги:

$\delta_{из}$ = (2,26 - 0,16 - 0,38/0,70 - 0,02/0,70) · 0,031 = 0,047 м

Ҳисобий қиймат 47 мм ни ташкил этади. Конструктив захира ва саноатда ишлаб чиқариладиган плиталар номенклатурасини ҳисобга олиб, изоляция қалинлиги 60 мм деб қабул қилинади.

Ер сатҳидан пастдаги қисм учун иссиқлик изоляциясининг ҳисобий қалинлиги:

$\delta_{из}$ = (2,26 - 1,05 - 0,38/0,70) · 0,031 = 0,021 м



2-расм. Ертўла деворини ташқи томондан экструзияланган пенополистирол плиталар билан иссиқлик изоляциялаш: 1 - деворнинг юк кўтарувчи қисми; 2 - URSA XPS русумли иссиқлик изоляцияси; 3 - металл тўр устидан цемент-оҳак қоришмали пардоз сувоқ қатлами; 4 - цоколь плиткали қопламаси; 5 - отмостка; 6 - М100 маркали цемент қоришмасидан горизонтал гидроизоляция; 7 - битум асосидаги суртиладиган ёки ёпиштириладиган гидроизоляция; 8 - бетон блокли ертўла девори; 9 - ертўла устидаги ораёпма; 10 - анкер.

Ҳисобий минимал қиймат 21 мм бўлгани учун амалда изоляция қалинлиги 30 мм деб қабул қилинади. Иссиқлик кўприкларини камайтириш ва конструктив ечимни соддалаштириш мақсадида ташқи изоляцияни узлуксиз қатлам тарзида бажариш тавсия этилади. Изоляция деворнинг ички томонига жойлаштирилса, конденсация зонасининг ўрни қўшимча намлик-техник ҳисоб билан аниқланиши лозим.

Хулоса

Ертўла деворларининг узоқ муддатли ишончлилиги горизонтал ва вертикал гидроизоляция қатламларининг узлуксизлиги, ер усти сувларини четлаштириш ва зарур ҳолларда дренаж тизимини қўллаш билан таъминланади.

Гидроизоляция тури сув таъсирининг босими, давомийлиги, грунтнинг намлиги ва агрессивлиги, хонанинг вазифаси ҳамда конструкция материалларига кўра танланиши керак.

Самарқанд шаҳри учун ҳисобланган иситиш даври кўрсаткичи D_d = 2455 градус-суткани, талаб этиладиган иссиқлик узатиш қаршилиги эса $R_0^{тал}$ = 2,26 м²·°С/Вт ни ташкил этди.

Ер сатҳидан юқори қисм учун экструзияланган пенополистиролнинг ҳисобий қалинлиги 47 мм бўлиб, 60 мм; ер сатҳидан паст қисм учун эса 21 мм бўлиб, 30 мм стандарт қалинлик қабул қилиниши мақсадга мувофиқ.

Ташқи томондан узлуксиз гидро- ва иссиқлик изоляцияси ертўлада конденсат, намлик ва моғор пайдо бўлишини чеклайди, иссиқлик йўқотишларини камайтиради ҳамда пойдеворга музлашдан кўпчиш таъсирини пасайтиради.

Фойдаланилган адабиётлар

1. ҚМҚ 2.01.01-22. Қурилиш климатологияси. Тошкент, 2022.
2. ҚМҚ 2.01.04-24. Қурилиш иссиқлик техникаси. Тошкент, 2024.
3. Шипачева Е.В. Проектирование энергоэффективных гражданских зданий в условиях сухого жаркого климата: учебное пособие. - Ташкент: ТТЙМИ, 2008.
4. Беляев В.С., Хохлова Л.П. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий: учебное пособие. - Москва: Высшая школа, 1991. - 255 с.
5. Бадьин Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. - 432 с.
6. Тулаков Э.С., Махмудов М., Иноятов Д.Т., Қурбонов А.С. Қурилиш физикаси: дарслик. 1-қисм. - Самарқанд: СамДЧТИ, 2026. - 390 б.
7. Salomovich, T. E., & Pulatovich, M. B. (2021). Thermal Insulation Of The Foundation Walls Of Buildings And Calculation Of ItsThickness. THE AMERICAN JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY (TAJET) SJIF-5.705 DOI-10.37547/tajet, 3(04), 2689-0984.
8. Тулаков, Э. С., Бўронов Ҳ, М. Б., & Абдуллаева, С. А. (2020). Кам қаватли турар-жой бинолари ертўла деворларининг иссиқлик изоляция қатлами қалинлигини ҳисоблаш. Me'morchilik va qurilish muammolari Проблемы архитектуры и строительства. Samarqand, 2, 41-45.
9. Tulakov, E., Inoyatov, D., Kurbonov, A., Sirojiddinov, S., Abdullayeva, S., Matyokubov, B., & Kulmirzayev, J. (2024, August). Experimental analysis of moisture protection of buildings. In E3S Web of Conferences (Vol. 559, p. 04018). EDP Sciences.
10. Salomovich, T. E., & Pulatovich, M. B. (2026). SOLVING A FINITE DIFFERENCE ONE-DIMENSIONAL PROBLEM USING THE PROGONKA METHOD BASED ON AN IMPLICIT SCHEME. IMRAS, 9(2), 24-30.