

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

№4 (2)

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026
APREL



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar



Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Academic
Resource
Index
ResearchBib

ISSN INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

OpenAIRE

ROAD

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

BASE

Crossref

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ



muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, aprel.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afrovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellashtirish
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

BYUDJET SUBYEKTLARI ISHTIROKINI QISQARTIRISH ASOSIDA KREDIT RISKINI BOSHQARISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH.....	16
PhD. Mahmudov Rahimjon Hamid o'g'li	
MINTAQA IQTISODIYOTI TARMOQLARINI KLASTERLASHTIRISH SALOHIYATINI RIVOJLANTIRISHNI TAKOMILLASHTIRISHNING EMPIRIK MODEL: STATISTIK VA EKONOMETRIK TAHLIL.....	25
Ollokulova Feruza Mansurovna, Abdurahmonov Abdulaziz Maxmudovich	
XO'JALIK YURITUVCHI SUBYEKTLARDA PUL OQIMLARI AUDITINI TAKOMILLASHTIRISHNING ZAMONAVIY MEXANIZMLARI.....	30
Atamurodov Saidmurad Yaxyoyevich, Sindarova Aziza Musurmon qizi	
TIJORAT BANKLARIDA KREDIT RISKLARINI BOSHQARISHNI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH.....	42
Xasanov Sardor Xazratkulovich	
IQTISODIY O'SISH SIFATI VA UNI KO'RSATKICHLARINING KONSEPTUAL ASOSLARI.....	50
Axmedov Xasanjon Muxamadovich	
IQTISODIY O'SISH SIFATI VA UNI KO'RSATKICHLARINING KONSEPTUAL ASOSLARI.....	55
Axmedov Xasanjon Muxamadovich	
ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING KORXONALAR RENTABELLIGIGA TA'SIRI.....	60
Hayitov Jamshid Xolboyevich	
KREDITLASH MEXANIZMINING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI VA UNING TARIXIY RIVOJLANISH BOSQICHLARI.....	65
Ortiqov Husan Usmonaliyevich	
DAVLAT SEKTORIDA ICHKI AUDIT FAOLIYATINI TAKOMILLASHTIRISH.....	70
Xamidova Zarifa Urol qizi	
ISTE'MOL NARXLARI INDEKSINI MODELLASHTIRISH VA PROGNOZLASHNI TAKOMILLASHTIRISH YO'NALISHLARI.....	74
Ismailova Shaxnoza Uktamovna	
XIZMATLAR SEKTORI RIVOJLANISHINING KAMBAG'ALLIKKA TA'SIRINI BAHOLASH METODOLOGIYASI VA KO'RSATKICHLAR TIZIMI.....	77
Dawletmuratov Adilbay Mirzaboyevich	
BIZNES JARAYONLARINI MONITORING QILISH TIZIMINING HOZIRGI HOLATI TAHLILI.....	84
Dadajonova Madina Ravshan qizi	
ISTE'MOL NARXLARI INDEKSINI MODELLASHTIRISH VA PROGNOZLASHNI TAKOMILLASHTIRISH YO'NALISHLARI.....	89
Ismailova Shaxnoza Uktamovna	
MINTAQA IQTISODIYOTI TARMOQLARINI KLASTERLASHTIRISH SALOHIYATINI RIVOJLANTIRISHNI TAKOMILLASHTIRISHNING EMPIRIK MODEL: STATISTIK VA EKONOMETRIK TAHLIL.....	94
Ollokulova Feruza Mansurovna, Abdurahmonov Abdulaziz	
ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING KORXONALAR RENTABELLIGIGA TA'SIRI.....	100
Hayitov Jamshid Xolboyevich	
IMPROVING THE EFFICIENCY OF BANKS' GREEN FINANCING IN UZBEKISTAN AND KAZAKHSTAN.....	105
Maxmudov Rahimjon	
MAHALLIY BUDJETLAR MUSTAQILLIGINI TAKOMILLASHTIRISH VA YANADA OSHIRISH.....	109
Abduraxmonova Gulmira	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA MOLIVAVIY HISOBOTLARNI SHAKLLANTIRISH: MUAMMOLAR VA YECHIMLAR.....	114
Teshabayev Dilmurod Boxodir o'g'li	



FARG 'ONA VILOYATINING INNOVATSION RIVOJLANISHI.....	120
Tuychieva Odina Nabiyeвна	
INDICATORS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE "GREEN" ECONOMY.....	131
Mirzaev Kulmamat Djanzakovich	
KREDITLASH MEXANIZMINING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI VA UNING TARIXIY RIVOJLANISH BOSQICH LARI.....	140
Ortiqov Husan Usmonaliyevich	
KORPORATIV BOSHQARUVNING XALQARO TAJRIBASI VA UNING QIYOSIY TAHLILI.....	144
Shakirova Gulbaxor Sharipdjanovna	
TIJORAT BANKLARIDA KREDIT RISKLARINI BOSHQARISHNI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH.....	149
Xasanov Sardor Xazratkulovich	
IQTISODIY XAVFSIZLIKNING INSTITUSIONAL ASOSLARINI TAKOMILLASHTIRISHNING XORIJ DAVLATLAR TAJRIBASI.....	156
Odinayev Ravzatullo Asatulloevich	
KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINING MOLIVAVIY XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	161
Karimov Alibek Valievich	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA FRANCHAYZING TIZIMINI RIVOJLANTIRISHDA PLATFORMA MODELLARI VA ULARNING SAMARADORLIGINI BAHOLASH.....	167
Xodjayeв Anvar Rasulovich, Nasimov Dilshodbek Hotam o'g'li	
"O'ZBEKISTON GTL" MAHSULOTLARINING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI VA ULARNI KOMPOUDIRLASH ASOSIDA EKOLOGIK TOZA YOQILG'ILAR OLIISH ISTIQBOLLARI.....	173
Ro'ziyev Aliakbar, Hayitov Ruslan, Mavlonov Shohrux	
HUDUDIY MEHNAT BANDLIGINI TA'MINLASHDA AVTOSERVIS KORXONALARINING ROLI.....	179
Marqayev Xurshid Aliqulovich	
ASOSIY VOSITALAR AUDITINI TAKOMILLASHTIRISH.....	183
Zaripova Sayohat Zafarovna	
XIZMATLAR SOHASINI BOSHQARISHDAGI MUAMMOLAR VA YECHIMLAR: AGROTURIZM VA RAQAMLI XIZMATLAR ASOSIDA TAHLIL (ANDIJON VILOYATI MISOLIDA).....	188
Oktamjonova Gulira'no Ikromjon qizi	
BUXORO VILOYATI UY XO'JALIKLARI HAYOT SIFATI VA IJTIMOIIY-IQTISODIY AHVOLI: SO'ROVNOMA NATIJALARI TAHLILI.....	192
Nizomov Asliddin, Musulmonova Shahlo, Izzatullayeva Ma'mura	
DIRECTIONS FOR TOURISM DEVELOPMENT IN UZBEKISTAN BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES..	199
Mirzaev Kulmamat Djanzakovich	
QORA METALLURGIYA SANOATI VA ULARNING ISHLATILISHI.....	203
Sarimsakov Alisher Ubaydullaevich	
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA AHOLI BANDLIGINING IQTISODIY-STATISTIK TAHLILI.....	209
Yusupov Farhod Adamboyevich	
TASVIRLARDAN YO'L BELGILARINI TANIB OLIISH ALGORITMLARI VA DASTURIY VOSITASINI ISHLAB CHIQISH.....	214
Toyirov Akbar Xasanovich, Yuldoshov Abdurahmon Baxtiyorovich	
OLIIY TA'LIMNI MOLIVALASHTIRISHNING ILG'OR XORIJIY TAJRIBASI: SINGAPUR MISOLIDA.....	218
Kurbanov Baxodir Negmatullayevich	



МА'ЛУМОТЛАРГА АСОСЛАНГАН ТУРИЗМ БОШҚАРУВИ: О'ЗБЕКИСТОНДА РАҚАМЛИ TRANSFORMATSIYA JARAYONLARI.....	222
Ashurova Shaxnoza Almasovna	
ДАВЛАТ ХАРИДЛАРИ БО'ЙИЧА БЮДЖЕТ МАБЛАГ'ЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ САМАРАДОРЛИГИНИ ИЧКИ AUDITNING ANALITIK KO'RSATKICHLARI ASOSIDA BAHOLASH.....	226
Meliboyev Askar Eshmuratovich	
ГЛИНИСТЫЕ СЛАНЦЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА КАК СЫРЬЕВАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА.....	231
Карабаев А.М., Абдуллаева Д.Ф., Абдуллаев У.Х. Андакулова Н.Н.	
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ	237
Садиков Жaxonгир Носирджанович, Даулетмуратова Дилбар Калмуқанмед кизи	
РАЗРАБОТКА МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ПОСЛЕ ЗАЛИВКИ.....	243
Мирджуроев Сарвар Алишер угли	
МАНАЛЛИЙ БУДЖЕТ ДАРОМАДЛАРИНИ ШАКЛЛАНТИРИШДА YASHIRIN IQTISODIYOTNING TA'SIRI ..	246
Isoqov Zafarjon Zokirjonovich	
АГРОКЛАСТЕРЛАР САМАРАДОРЛИГИНИ OSHIRISHNING EKONOMETRIK MODELLARI	250
O'rinboev Ulug'bek Otabekovich	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ И ВЛАГОПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНОГО ВЯЖУЩЕГО	259
Тургунбаев Уринбек, Шарипова Дилафруз, Худойбердиев Жамшид	
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЯЧЕЙКИ СВЕТОПРОЗРАЧНОГО ОГРАЖДЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛОКАЛЬНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ.....	265
Давронов Олимбек, Туляганов Азиз	



ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЯЧЕЙКИ СВЕТОПРОЗРАЧНОГО ОГРАЖДЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛОКАЛЬНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Давронов Олимбек

к.т.н., и. о. профессора кафедры «Строительство»
Ташкентский международный университет Кимё
ORCID: 0009-0005-2929-158X
E-mail: o.davronov@kiut.uz



Туляганов Азиз

магистрант кафедры «Строительство»
Ташкентский международный университет Кимё
E-mail: azizjon1020@gmail.com

Аннотация. В работе проанализирован мировой опыт оценки сейсмической надёжности светопрозрачных ограждений и их элементов. Рассмотрена расчётная схема элемента светопрозрачного ограждения при воздействии локальной сейсмической нагрузки и проведён численный анализ его напряжённо-деформированного состояния.

Ключевые слова: светопрозрачные фасады, локальная сейсмическая нагрузка, расчётная схема, численный анализ.

Annotatsiya. Maqolada shaffof oynavand to'siqlar va ularning tarkibiy qismlarining seysmik ishonchligini baholash bo'yicha jahon tajribasi tahlil qilingan. Shaffof oynavand to'siq elementining mahalliy seysmik ta'sir ostidagi hisoblash sxemasi hamda uning kuchlanish-deformatsiyalanish holatining sonli tahlili keltirilgan.

Kalit so'zlar: shaffof oynavand to'siqlar, mahalliy seysmik ta'sirlar, hisobiy sxema, sonli tahlil.

Abstract. This paper analyzes international experience in assessing the seismic reliability of translucent enclosures and their components. A design model for a translucent enclosure element subject to local seismic load is considered, and a numerical analysis of its stress-strain state is performed.

Keywords: translucent facades, local seismic load, design model, numerical analysis.

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря своей архитектурной выразительности светопрозрачные ограждающие конструкции, обеспечивающие естественную освещённость помещений, визуальный контакт с окружающей средой и одновременно защиту зданий от атмосферных воздействий, холода и шума, широко используются в качестве фасадов современных общественных и промышленных зданий.

Эти конструкции, помимо своей ограждающей функции, воспринимают ветровые, эксплуатационные и другие внешние нагрузки и передают их на несущие конструкции здания.

В сейсмических районах, к которым относится большая часть территории нашей республики, они также воспринимают местную сейсмическую нагрузку.

Согласно требованиям нормативных документов, при использовании новых материалов и конструктивных решений в строительстве зданий и сооружений в районах с высокой сейсмичностью необходимо научно обосновывать их применение и обеспечивать достаточный уровень сейсмической безопасности возводимых объектов.

Светопрозрачные фасады относятся к несущим конструкциям зданий, элементы и узлы соединения

которых с несущими конструкциями в соответствии с [9] не должны снижать сейсмостойкость здания (сооружения) и приводить к изменению принятой расчётной схемы. После землетрясения расчётной интенсивности ненесущие конструкции и их элементы должны сохранять ремонтпригодность. Как самонесущие конструкции, их элементы и крепления следует рассчитывать на местные сейсмические нагрузки, действующие из плоскости ограждения, по первому предельному состоянию.

В работе [1] подчёркивается, что одним из недостаточно изученных вопросов, связанных со светопрозрачными ограждениями, является их поведение во время сильных землетрясений и влияние на сейсмостойкость зданий.

Как отмечается в работе [4], хотя светопрозрачные фасады в нашей республике широко используются в качестве ограждающих конструкций общественных и промышленных зданий, научные исследования, анализирующие их поведение в сейсмических районах, пока ограничены, а нормативные указания по их применению в строительной практике находятся на стадии дальнейшего развития.

Поэтому исследование напряжённо-деформированного состояния элемента светопрозрачного фасада при воздействии местной сейсмической нагрузки является весьма актуальным.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

Несмотря на то, что светопрозрачные фасады являются сравнительно новой конструкцией, в научной литературе имеется достаточно исследований, посвящённых их конструктивным решениям, материалам и энергоэффективности.

Так, в работах [6, 8] рассматриваются историография, энергоэффективность и методы повышения эффективности светопрозрачных фасадов.

Если в работе [2] обсуждаются опыт и перспективы применения таких фасадов в Узбекистане, то в работах [1, 17] рассматривается их возможное влияние, наряду с другими энергоэффективными ограждениями, на величину сейсмических нагрузок.

Первые исследования поведения таких ограждений во время землетрясений появились в 60-х годах XX века [12]. В этой работе автор приходит к выводу, что тип используемой рамы существенно влияет на сейсмическое поведение данных стен, а стеклянные панели, использованные в испытаниях, обладают значительным потенциалом перемещений. Работы Veig R.A. и других авторов [10, 16] показали, что светопрозрачные ограждения нередко обладают способностью выдерживать более высокие перемещения, чем предусмотрено стандартами, сохраняя целостность конструкции.

Из вышеизложенного видно, что вопросы, связанные с поведением светопрозрачных фасадов во время землетрясений и их сейсмостойкостью, изучены пока недостаточно и требуют проведения соответствующих теоретических и экспериментальных исследований.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей работе методами строительной механики теоретически изучено поведение каркаса ячейки светопрозрачного фасада, расположенного в междуэтажном пространстве каркасного здания, расчётная схема (Рисунок 1).

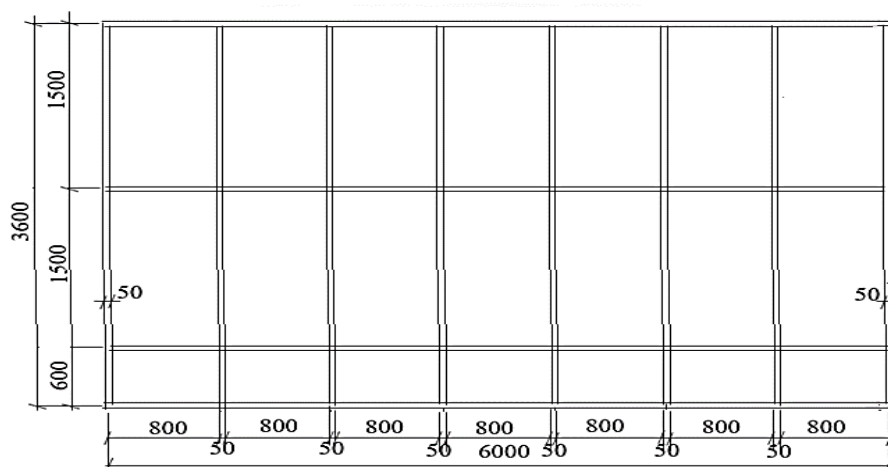


Рис. 1. Схема каркаса ячейки светопрозрачного фасада

Рисунок 1. Схема каркаса ячейки светопрозрачного фасада¹

1 развитие автора



Ширина рамы равна пролёту каркаса, а высота — расстоянию между перекрытиями этажей здания, так как она закрепляется на эти плиты. Поперечные сечения стоек и ригелей рамы представляют собой пустотелый прямоугольник размерами 70×50 мм. Толщина элементов сечения равна 1,5 мм (Рисунок 2).

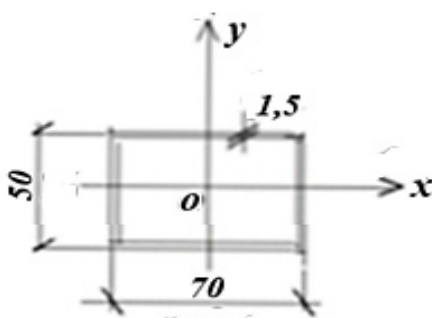


Рис. 2

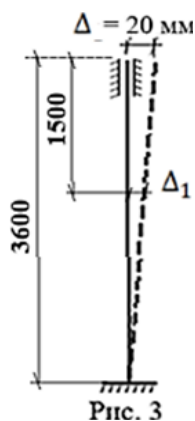
Рисунок 2. Поперечное сечение стоек и ригелей рамы светопрозрачного фасада²

Рис. 3

Рисунок 3. Схема относительного горизонтального перемещения верхней части рамы при сейсмическом воздействии

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Расчёт 14-этажного каркасного здания со светопрозрачным фасадом на особое сочетание нагрузок с учётом сейсмического воздействия, выполненный авторами с помощью программы «Ли́ра», показал, что максимальное относительное междуэтажное смещение здания имеет место на уровне 9–10 этажей и равно $\Delta = 20 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$.

Раму ячейки светопрозрачного фасада рассчитываем на данное горизонтальное перемещение.

Так как рама жёстко закреплена на перекрытиях этажей, во время землетрясения она перемещается вместе с рамой каркаса здания. При этом остекление ячейки делит её на три части по вертикали, и наибольшее смещение испытывает её верхняя часть высотой $h_{\square} = 1,5 \text{ м}$. Расчётную схему этой части каркаса ячейки представим в виде многопролётной рамы с защемлёнными стойками. Верхний конец рамы перемещается горизонтально на величину относительного смещения Δ_{\square} , которую вычислим из подобия треугольников (Рисунок 3).

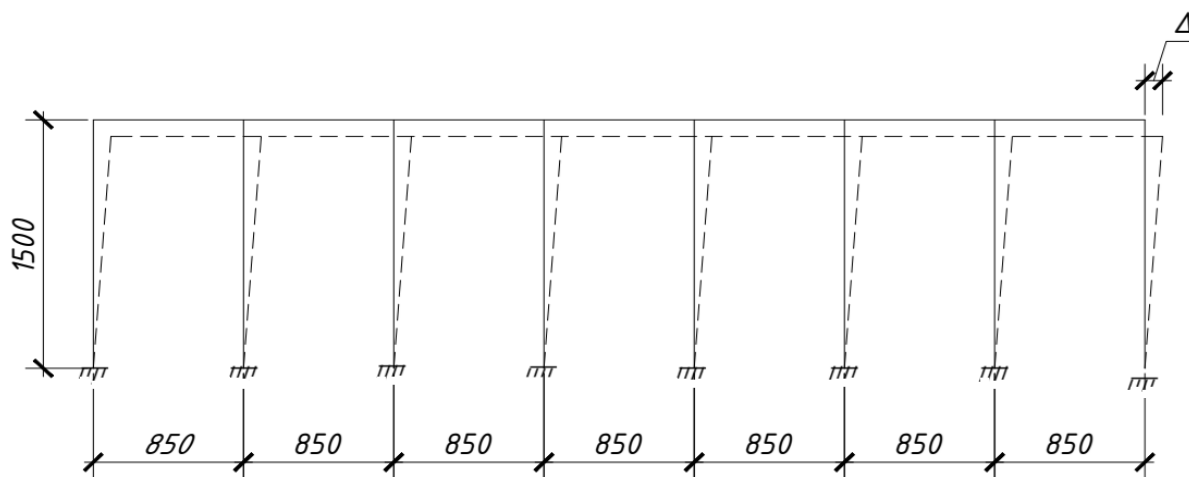


Рис. 4

Рисунок 3. Расчётная схема многопролётной рамы верхней части ячейки светопрозрачного фасада при сейсмическом воздействии³

$$\Delta_1 = \Delta - h_1/h \Delta = 20 - 1,5/3,6 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 1,0625 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 10,625 \text{ мм}$$

Так как между стеклом и элементами каркаса имеются зазоры, а стекло каждого участка перемещается отдельно друг от друга — сначала горизонтально в пределах зазора, а затем с поворотом, — будем считать, что оно не участвует в работе каркаса.

Расчёт рамы выполним методами строительной механики и построим эпюру изгибающих моментов от воздействия относительного перемещения Δ (Рисунок 5).

Рисунок 4. Эпюра изгибающих моментов в многопролётной раме от воздействия относительного

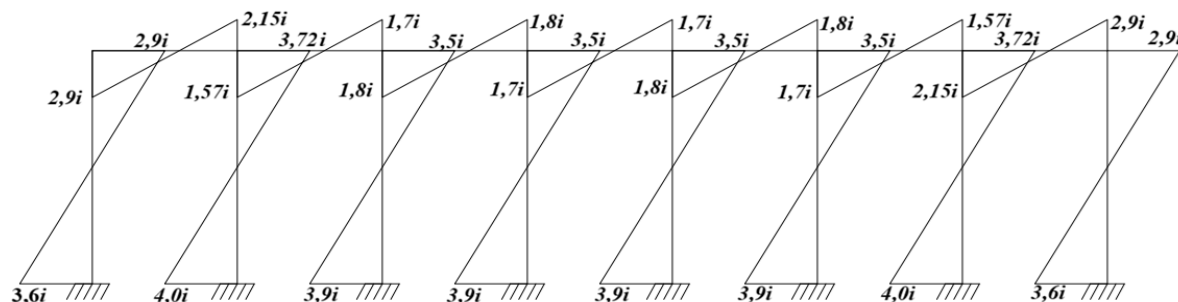


Рис. 5

горизонтального перемещения Δ_1

Проверим прочность элементов рамы по первому предельному состоянию. Вычислим моменты инерции стоек относительно оси x , перпендикулярной к фасаду, как наиболее нагруженный элемент.

$$I_x = \left(\frac{b \cdot h^3}{12} - \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} \right) = \left(\frac{7 \cdot 10^{-2} \cdot (5 \cdot 10^{-2})^3}{12} - \frac{6,7 \cdot 10^{-2} \cdot (4,7 \cdot 10^{-2})^3}{12} \right) = 14,95 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

Модуль упругости алюминия $E = 0,7 \cdot 10^8 \text{ МПа} = 0,7 \cdot 10^8 \text{ кПа}$.

Определяем величину максимального изгибающего момента по вышеприведенной эпюре. Линейная жесткость стойки

$$i = \frac{EI_x}{h_1} \cdot 10^{-2} = \frac{0,7 \cdot 10^8 \cdot 14,95 \cdot 10^{-8}}{1,5} \cdot 10^{-2} = 6,98 \cdot 10^{-2}$$

$$M_{max} = 4i = 4 \cdot 6,98 \cdot 10^{-2} = 27,9 \cdot 10^{-2} \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Проверяем прочность стоек рамы по первому предельному состоянию

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_x} \leq R,$$

где $R = 160 \text{ МПа}$, предел прочности алюминия.



Вычисляем момент сопротивления сечений стоек рамы:

$$W_x = \left(\frac{b \cdot h^2}{6} - \frac{b_1 \cdot h_1^2}{6} \right) = \left(\frac{7 \cdot 10^{-2} \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2}{6} - \frac{6,7 \cdot 10^{-2} \cdot (4,7 \cdot 10^{-2})^2}{6} \right) = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Проверяем прочность стоек на изгиб:

$$\sigma = \frac{27,9 \cdot 10^{-2}}{4,5 \cdot 10^{-6}} = 6,2 \cdot 10^4 \text{ кПа} = 62 \text{ МПа} < 160 \text{ МПа}.$$

Прочность стоек на изгиб обеспечена большим запасом.

Остекление ячейки также смещается вместе с рамой, слегка наклоняясь из-за наличия зазора между каркасом и стеклом. Самой нагруженной частью стекла является ее правый верхний угол. При этом она работает на изгиб. Известно, что, расчетное сопротивление закаленного стекла на изгиб достаточно высокое, от 200 до 300 МПа (обычного листового 120 МПа). Толщина двойного остекления фасада равно 4 мм, что больше, чем толщина алюминия рамы, прочность которого мы проверяли выше. Поэтому теоретически можно считать что, она выдержит эту нагрузку.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

По результатам расчёта можно сделать следующие выводы:

Для 14-этажного каркасного здания выбранный вариант светопрозрачного фасада является достаточно надёжным при землетрясении интенсивностью 9 баллов.

Элементы рамы светопрозрачного фасада (стойки и ригели) обладают достаточной прочностью.

Надёжность остекления фасада также обеспечена.

Авторы считают, что для более полной оценки напряжённо-деформированного состояния ячейки светопрозрачного фасада одних теоретических исследований недостаточно. Для повышения точности расчётов целесообразно проведение экспериментальных исследований путём моделирования работы рамы каркаса с установленной на неё ячейкой светопрозрачного фасада при относительном смещении этажа здания, возникающем во время землетрясения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давронов О. О сейсмостойкости каркасных зданий с энергоэффективными ограждениями // Вестник Международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству. – Бишкек, 2022. – № 2(14). – С. 33–36.
2. Давронов О. Проблемы сейсмостойкости каркасных зданий с лёгкими (энергоэффективными) ограждениями и пути их решения // “Bino va inshootlarning seysmik xavfsizligi, energiya samaradorligi, zamonaviy qurilishda innovatsion texnologiyalar” xalqaro ilmiy-texnik anjumani materiallari. – Тошкент: TAQU, 2024.
3. Давронов О.Д., Иномов Б.Н. Светопрозрачные ограждения в Узбекистане: опыт и перспективы // *Central Asian Journal of STEM*. Annual Republican Scientific and Practical Conference “Current State and Prospects for the Development of Architecture, Construction and Alternative Energy”. – November 19–21, 2021.
4. Давронов О., Матякубов Д. Сейсмостойкость зданий со светопрозрачными фасадами // Международная научно-практическая конференция “Инновационные технологии в строительстве”. – Ташкентский архитектурно-строительный университет, 25 мая 2023 г.
5. Давронов О., Иномов Б., Турсунов А. Исследование теплотехнических характеристик светопрозрачных фасадов // “Zamonaviy qurilish sohasida ta’lim, ilm va innovatsiya” xalqaro ilmiy-texnik anjumani materiallari. – TAQU, 20–21 сентября 2023 г.
6. Давыдова Е.И., Гнам П.А., Тарасова Д.С. Светопрозрачные конструкции и методы повышения их эффективности // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 5(32). – С. 112–128.
7. Подковырина К.А., Подковырин В.С. Энергоэффективные светопрозрачные ограждающие конструкции (современная историография вопроса) // Урбанистика. – 2016. – № 3. – С. 49–60.
8. Спиридонов А.В. Светопрозрачные конструкции России вчера и сегодня // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2015. – № 1(192). – С. 46–51.
9. Строительство в сейсмических районах. QMQ 2.01.03-2019. – Ташкент, 2019.
10. Behr, R.A., Belarbi, A. Seismic test methods for architectural glazing systems // *Earthquake Spectra*. – 1996. – Vol. 12.
11. Behr, R.A. Seismic Performance of Architectural Glass in Mid-Rise Curtain Wall // *Journal of Architectural Engineering*. – 1998. – Vol. 4(3).
12. Bouwkamp, J.G. Behaviour of window panels under in-plane forces // Structures Material Research Series. – University of California, Berkeley, California, 1960.
13. Hutchinson, T.C., Eva, C. Experimental evaluation of the in-plane seismic behavior of store-front window systems. – University of California, San Diego, La Jolla, 2009.
14. Lim, K.Y.S., King, A.B. The Behaviour of External Glazing Systems Under Seismic In-Plane Racking. – Building Research Association of New Zealand Report No. 39, 1991.
15. Siva-Sivagnanasundram. In-plane seismic performance of glass facade systems // Engineering, Environmental Science. – 2012.
16. Sivanerupam, S., Wilson, J., Gad, E., Lam, N. Drift Performance of Point Fixed Glass Facade Systems // Engineering, Environmental Science. – 2014.



17. Turdaliyeva, M.K., Arslanov, I.K. Optimization of the connection node of the external wall, interfloor slab, balcony slab and seismic belt for improving thermal efficiency // *The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research*. – Vol. 8, No. 3. – P. 9–14.

muhandislik

& iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100