

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И. РАЗЗАКОВА**

**КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Б. Н. ЕЛЬЦИНА**

На правах рукописи

УДК 691.4; 699.8

Маматов Жаныбек Ысакович

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ И
РАЗРУШЕНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ»**

05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения

Диссертация на соискание ученой степени

доктора технических наук

**Научный консультант:
доктор физико-математических наук,
профессор,**

Рудаев Яков Исаакович

Бишкек – 2024

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ, ПОСТРОЕННЫХ ИЗ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	12
1.1. Техника и технология возведения малоэтажных строений в сельской местности КР	12
1.2. Конструктивные особенности малоэтажных домов и зданий, построенных из местных материалов	18
1.3. Ключевые факторы, влияющие на повреждаемость и разрушение глинобитных домов, зданий и сооружений	20
1.4. Основы теории и расчета процессов повреждаемости и разрушения малоэтажных зданий.....	24
1.4.1. Краткий обзор по теории моделирования	26
1.4.2. Моделирование строительных конструкций и сооружений	34
Заключение по главе 1.....	38
ГЛАВА 2. НАТУРНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ И РАЗРУШЕНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ГЛИНОБИТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	40
2.1. Краткий аналитический обзор разрушительных землетрясений в КР и за его пределами.....	42
2.2. Обследование состояния малоэтажных домов, построенных из местных материалов	53
2.2.1. Натурный инженерный анализ последствий землетрясения в с. Нура Ошской области 05.10.2008 г.	54
2.2.2. Инженерный анализ причин и последствий землетрясения 20.07.2011г., село Кан Кадамджайского района.....	57
2.3. Основные уязвимые конструкции элементы домов от последствия при землетрясении	62
2.4. Анализ результатов проведенных обследований дошкольных и школьных учреждений на примере Баткенской области.....	66

2.4.1. Оценка безопасности дошкольных учреждений в КР на примере Баткенской области.....	68
2.4.2. Анализ существующих нормативных документов КР	73
2.5. Анализ безопасности школьных и дошкольных учреждений.....	78
других стран.....	78
2.6. Изучение поведения вблизи населенных пунктов от места взрыва зданий и сооружений при направленном взрыве «Камбар-Ата-2»	89
Заключение по главе 2.....	98
ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ С ПОЗИЦИЙ СИНЕРГЕТИКИ	100
3.1. Теория катастроф и ее применение для целей моделирования повреждаемости	105
3.2. Об определяющих уравнениях для деформируемых твердых тел ...	110
3.3. Некоторые особенности моделирования процесса деформации полухрупких материалов	111
3.4. Энергетическая функция состояния объекта – в рамках теории катастроф	118
3.5. Некоторые особенности моделирования процесса	121
Заключение по главе 3.....	126
ГЛАВА 4. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.....	128
4.1. Принцип работы и технические характеристики сейсмоплатформы..	130
4.2. Принципы решения задач точного и приближенного моделирования	133
4.4. Основы программы Matlab и его применение	138
4.5. Применение ППП Matlab для изучения поведения макета дома при сейсмических воздействиях.....	139
Заключение по главе 4.....	143

ГЛАВА 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ МОДЕЛЕЙ ДОМОВ НА СЕЙСМОПЛАТФОРМЕ.....	145
5.1. Процессы моделирования возводимых домов.....	150
5.2. Обработка результатов экспериментов выполненных на моделях домов	155
Заключение по главе 5.....	177
ГЛАВА 6. РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	179
6.1. Опыты по усилению существующих зданий из местных материалов и разработка рекомендаций.....	180
6.2. Рекомендации по применению результатов проведенных экспериментальных работ	185
6.2.1. Процессы возведения и усиления модели здания	185
6.2.2. Результаты исследования колебаний на сейсмоплатформе ..	187
6.2.3. Рекомендации по практическому применению результатов исследований	192
6.3. Техничко-экономическая эффективность использования рекомендуемых нами методов усиления и утепления	194
Заключение по главе 6.....	196
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	197
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	221
Приложение Б. Первичные и основные рекомендации	235
Приложение В.....	235
Приложение Г	238
Приложение Д.....	256

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертации. Более половины населения Кыргызской Республики составляют сельские жители, которые проживают в горной местности. Практически все жилищные объекты, строящиеся местным населением – жилые дома и хозяйственные постройки, выполнены преимущественно из глинистых материалов и без соблюдения правил, основанных на нормах сейсмостойкости, которые при сильных землетрясениях подвержены полному разрушению. Согласно проведенному Научно-исследовательским и проектным институтом сейсмостойкого строительства Кыргызской Республики (ныне ГИССИП) исследованию на сейсмостойкость жилых зданий, построенных гражданами в сельской местности, всего 10 % домов оказались устойчивыми к землетрясениям.

Современные нормы проектирования строительных конструкций учитывают вероятностный характер нагрузок и несущей способности конструкций только в части обработки исходных данных. Метод предельных состояний, заложенный в нормах проектирования, является полувероятностным, нет однозначного соответствия собственных динамических и статических характеристик и степени повреждения здания из-за отсутствия классификации домов разного типа, конструктивной схемы, материала несущих стен и т. д. Последние, при расчетах учитываются частными коэффициентами, которые порой не имеют достаточных теоретических и экспериментальных обоснований.

Модели домов должны основываться на современных нормативных требованиях (актах, правилах, документах), требующих тщательного обследования, упорядочивания и классификации по типам несущих элементов конструкций в зависимости от климатических и сейсмических условий КР.

Такой подход испытания жилых домов, выявленные классификации на сейсмоустойчивость в лабораторных условиях позволяют создавать их модели на основе научно обоснованного метода моделирования с соблюдением масштабного фактора. Обеспечение сейсмостойкости наиболее массовых

объектов строительства – гражданских зданий в сельской местности всегда являлось одной из основных задач при проектировании жилых домов в сейсмоопасных зонах КР. В последнее время ее актуальность существенно возросла в связи с участившимися случаями землетрясений, сопровождающихся большими человеческими жертвами и огромным материальным ущербом.

Таким образом вышеизложенное, а именно: повышение сейсмической безопасности и обеспечение надежности жилых домов и строений из местных материалов в сельской местности, предопределило цели и задачи настоящего исследования.

Связь темы диссертации с крупными научными программами и основными научно-исследовательскими работами. Работа выполнена в соответствии с Постановлением Правительства Кыргызской Республики от 17 января 2020 года № 14 «Стратегия развития строительной отрасли Кыргызской Республики на 2020-2030 годы», Государственной программой «Сейсмическая безопасность в Кыргызской Республике на 2012-2019 годы», утвержденной постановлением Правительства Кыргызской Республики, № 523 от 29.08.2011 г. и плановой научно-исследовательской тематикой кафедры «ПВЗиСС» КИСИ им. Н. Исанова при КГТУ им. И. Раззакова.

Цель работы: построение математических моделей повреждаемости и разрушения малоэтажных домов из местных материалов при сейсмических воздействиях и разработка научно-методических и практических мер по обеспечению их конструктивной надежности в процессе эксплуатации.

Задачи исследований:

- оценка сейсмостойкости малоэтажных зданий, построенных из местных материалов и степени их повреждаемости при сейсмических воздействиях различной интенсивности;

- разработка классификации малоэтажных зданий, построенных из местных материалов по типам несущих конструктивных систем и по способам возведения;

- построение математической модели процессов повреждаемости

малоэтажных зданий;

- экспериментальное исследование сейсмостойкости и устойчивости моделей малоэтажных домов на сеймоплатформе, моделирующей сейсмические колебания;

- разработка комплекса практических рекомендаций по усилению существующих и вновь построенных местных глинистых домов с целью обеспечения их сейсмической безопасности.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- разработан способ по оценке объёмно-планировочных и конструктивных решений индивидуальных жилых зданий с позиций обеспечения их сейсмостойкости, основанных на нормах проектирования и на основе результатов инженерных обследований;

- разработана классификация малоэтажных зданий, построенных из местных материалов по типам несущих конструктивных систем и по способам возведения;

- разработан способ по установлению причин образования повреждений и разрушений в основных элементах конструкций обследованных объектов, предложены технологические решения по ограничению образования повреждений и разрушений;

- разработана математическая модель, описывающая процессы повреждаемости малоэтажных зданий и позволяющая устанавливать взаимосвязь образованных дефектов и повреждений элементов конструкций домов с несущей их способностью;

- разработаны модели и технологии строительства типов индивидуальных малоэтажных жилых глинистых домов в КР, позволяющие определить их безопасность от воздействия сейсмических нагрузок, новизна которых подтверждена патентами КР на изобретение: патент №90 (№20070016.2); патент №91 (№20070017.2); патент №92 (№ 20070014.2); патент №146 (№20120015.2); патент №1593 (№20120068.1). В этой связи для комплексного решения проблем малоэтажного строительства, при котором необходимо учитывать эффективное

применение местных материалов в сочетании с решением теплозащиты здания с сейсмостойкостью, предложен способ заполнения стен, на которые получены патенты КР на изобретение.

Практическая значимость полученных результатов:

- разработаны эффективные методы оценки объёмно-планировочных и конструктивных решений индивидуальных жилых зданий с позиции обеспечения их сейсмостойкости, основанных на нормах проектирования;

- предложены рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцово́й кладки в сейсмических районах КР, используемых при строительстве конструктивных элементов домов из местных материалов;

- внедрены конструкторские документации, составляющие основу для обеспечения сейсмостойкости наиболее массовых жилых зданий, построенных из местных материалов в Кыргызской Республике;

- установлено, что надежность и работоспособность малоэтажных зданий повысятся при использовании правильно подобранных и рекомендованных конструктивных элементов, технологий их изготовления из местных глинистых материалов и процессов возведения;

- результаты исследований способствуют решению прикладных задач, отраженных в Государственной программе «Сейсмическая безопасность в Кыргызской Республике», по рациональному и адресному распределению имеющихся ресурсов страны;

- разработаны методические пособия и рекомендации для частных застройщиков, органов местного самоуправления, а также специалистов, выполняющих исследования и практические разработки по сейсмической безопасности строительства, специалистов подразделений МЧС, инспекторов ГАСН и АПУ проектных организаций, осуществляющих обеспечение качества и сейсмостойкость строительных объектов, безопасности их эксплуатации.

Экономическая значимость полученных результатов. Работа имеет технико-экономическое и социальное значение, поскольку она направлена на

сохранение самого ценного (неоценимого) ресурса – жизни людей, а также на снижение последствий возможных землетрясений. Разработанные рекомендации, руководства, учебное пособие, брошюры на кыргызском языке и буклеты на двух языках способствуют повышению знаний в области обеспечения сейсмостойкости строительства, при использовании их индивидуальными застройщиками и самыми широкими слоями населения.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- методы и способы оценки объёмно-планировочных и конструктивных решений индивидуальных жилых зданий с позиций обеспечения их сейсмостойкости, основанных на нормах проектирования и на основе результатов комплексных обследований;

- классификация индивидуальных жилых домов по типам несущих конструктивных систем и по способам возведения в зависимости от региональных особенностей КР;

- классификация повреждений и дефектов, описание причин повреждений и разрушений малоэтажных зданий, построенных из местных материалов;

- теория расчета домов и строений из местных материалов, проектирование и реализация новых конструктивных элементов по результатам проведения экспериментальных исследований, повышающих их сейсмоустойчивость и улучшающих технологию возведения;

- результаты серий экспериментальных испытаний на моделях домов и условное ранжирование их сейсмоустойчивости, учитывающее экономическую составляющую и технологию возведения домов из местных материалов.

Личный вклад автора заключается:

- в организации и проведении обследований на предмет полученных повреждений и ошибок при строительстве и эксплуатации индивидуальных жилых домов в КР;

- в разработке классификации индивидуальных жилых домов по типам несущих конструктивных систем и по способам возведения в зависимости от региональных особенностей в условиях КР;

- в построении математической модели процессов повреждаемости малоэтажных зданий;

- в проведении серии экспериментальных испытаний на моделях домов и условное ранжирование их сейсмоустойчивости, учитывающее экономическую составляющую, технологию возведения и устойчивость к землетрясениям.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты диссертации доложены на следующих международных, республиканских и региональных конференциях: по сейсмостойкому строительству, сейсмической опасности, оценке сейсмостойкости, сейсмического риска и сейсмической уязвимости (Алматы-2006-2019, Бишкек-2012-2023); по повышению осведомленности населения о ЧС, создан фильм «Усиление существующих домов из глиноматериалов» при поддержке БОФ «Хабитат-Кыргызстан» (Бишкек-20011-2014гг.). Издано учебное пособие на кыргызском языке «Коопсуз үйлөрдү тургузуу жана тургузулган үйлөрдү бекемдөөнүн ыкмалары»; I, II, III и IV-й МНТК по сейсмостойкому строительству (Бишкек-2016, 2018, 2020, 2022, 2023г.); XIV-й МНТК «Актуальные вопросы архитектуры и строительства» (Новосибирск - 2021г.); МНТК посвященной 65-летию начала подготовки инженеров-строителей и архитекторов ФПИ-КГУСТА (Бишкек-2019); IV МНПК «KAZGOR DAY 2021» посвященной 90-летию основания Проектной академии «KAZGOR»; МНТК «Транспорт: актуальные задачи и инновации», ТГТУ, Ташкент -22.04. 2021г.; VIII МНПК «Технологии, организация и управление в строительстве–2022» («Technology, Organization and Management in Construction», TOMiC–2022), НИУ МГСУ, 2022г.; II МНПК, посвященная 100-летию со дня рождения профессора В. А. Афанасьева, 21-22.02.2023г., СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург; 26-й МК Construction The Formation Of Living Environment (FORM-2023), 5-й Ежегодной МК “Construction Mechanics, Hydraulics And Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO-2023), 26-28.04.2023г., Ташкент.

Достоверность результатов работы обоснована применением экспериментально-теоретических исследований, вероятностных методов

математического моделирования зданий и обработкой результатов исследований на программных комплексах, допущений механики о деформируемых твердых телах и теории сейсмостойкости зданий и сооружений; сопоставлениями и сходимостью полученных результатов исследований с ранее известными решениями ведущих ученых; удовлетворительным совпадением полученных экспериментальных результатов с результатами исследований других авторов.

Внедрение результатов исследования. Результаты работы внедрены при обследовании, проектировании, классификации и моделировании домов, построенных из местных материалов Государственным агентством архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Кабинете министров КР, Государственным институтом сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования при Госстрое КР. Внедрены и используются в учебном процессе КГТУ им. И. Раззакова (лекции, лабораторные работы и практические занятия, выпускные квалификационные работы) при подготовке дипломированных специалистов и магистров по направлению «Строительство».

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. Основные результаты исследований опубликованы в 57 научных трудах, из них 5 патентов КР и 5 статей в журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения и шести глав, заключения, рекомендаций, списка использованных источников и приложений. Текстовая часть изложена на 220 странице и приложениях на 41 странице.

В работе содержится 11 таблицы, 102 рисунков, список использованных источников из 205 наименований, в том числе 14 на английском языке.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ, ПОСТРОЕННЫХ ИЗ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. Техника и технология возведения малоэтажных строений в сельской местности КР

Кыргызская Республика, являясь горной страной, расположена на территории с уязвимой экосистемой и подвержена риску стихийных бедствий, в особенности, таких как землетрясения, сходы лавин, оползни, засухи. Природные угрозы представляют собой опасность значительных разрушений и человеческих жертв. Учитывая сложную социально-экономическую, политическую ситуацию в стране следует отметить, что степень уязвимости и риска значительно превышает способность государства своевременно реагировать на стихийные бедствия и проводить последующие восстановительные мероприятия.

В Кыргызстане 74 населенных пункта находятся в зонах возможных очагов землетрясений 9 и более баллов, в т. ч. 9 городов, 16 райцентров и 49 сел. По прогнозам ИС НАН КР активные сейсмические процессы в Кыргызстане продлятся в ближайшие годы, возможны землетрясения силой до 8-9 баллов. В связи с этим, усиление имеющегося жилого фонда и строительство сейсмостойких индивидуальных домов имеет большую актуальность.

Для Кыргызстана, как и других стран Центральной Азии, местные глиняные залежи, саман, камыш, природные камни и другие являются традиционным материалом и играют важную роль при возведении объектов жилья и других сооружений, особенно в сельской местности.

К основным достоинствам саманных домов относятся большие запасы сырья во всех регионах, хорошее теплоаккумулирующее свойство, малая теплопроводность, простота изготовления и возведения, повышенная звукопоглощающая и звукоизолирующая способность, высокая огнестойкость, экологическая чистота, а также низкая себестоимость. Стены из глинистых

материалов «дышат» и способствуют поддержанию внутри жилища постоянной влажности 50-55 % процентов – это комфортный показатель для помещений. В отличие от некоторых искусственных материалов глина не выделяет никаких вредных для здоровья веществ. Немаловажно также, что при работе с глиной не возникает аллергии и раздражений кожи.

Глина – один из древнейших основных строительных материалов. Глиняные дома известны человечеству с незапамятных времен. Стены жилых и других построек возводились из грунта ещё задолго до нашей эры, Плиний Старший (23-79г.). В некоторых странах и культурах глина до сих пор остается основным востребованным стройматериалом. Как нам известно, человечество возводило из глины не только малоэтажные хижинки, но и грандиозные сооружения. Достаточно сказать, что из глины построены Великая Китайская стена, Тезифонская Арка, пирамиды Саккара (Египет) и Чан-Чана (Перу). В целом глина применялась повсеместно, даже существуют многоэтажные дома, построенные из глины (рисунок 1.1) [29, 50].



Рисунок 1.1 - Многоэтажный дом из кирпича сырца в Йемене.

Великая Китайская стена неоднократно достраивалась и укреплялась в последующие века. Первоначально она сооружалась только из щебня и земли, и лишь позднее была произведена облицовка ее камнем и кирпичом (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 - Великая Китайская стена, V-III вв. до н.э.

В России XVIII веке архитектором Львовым было построено несколько глинобитных зданий. Одно из них - Приоратский Дворец (вблизи Санкт-Петербурга) - сохранён до сегодняшнего дня.

В 1931-1936 гг. в Германии сооружен целый горняцкий поселок из двухэтажных домов. В 1947г. архитектор А. Пакто строит из сырца общежитие Массачусетского университета (США). Во Франции в 60-е годы началась застройка целого поселка. Повсеместное применение местных глиноматериалов для возведения жилья и подсобных строений было обусловлено ее доступностью, дешевизной, достаточно простой технологией возведения зданий из глиноматериалов и хорошей их теплотехнической характеристикой.

Снижение госкапвложений в массовое жилищное строительство привело к значительному развитию индивидуального жилищного домостроения из местных материалов и в нашей республике. Резко возросла доля жилья,

возводимого за счет собственных и заемных средств граждан, поэтому в сельской местности основным направлением в градостроительстве стало преимущественно малоэтажное жилищное строительство.

Средняя обеспеченность жильем в Кыргызстане в 2021 году в среднем составила 13,0 кв. м общей площади на 1 чел. В ряде стран СНГ действуют современные требования – 18 кв. м жилья на 1 чел. Поэтому *жилищное строительство является приоритетной отраслью Кыргызстана*. Показатель обеспеченности населения жильем в республике за прошлое столетие стало основой принятия специальных мер на уровне Правительств КР. Так, в Нарынской области силами треста «Нарыноблсельстрой» в 80 годы прошлого века начали возводить жилые и производственные здания из грунтобетона. Первая овчарня была построена на участке Жалгыз-Терек в августе 1981г. [50].

Вместе с тем ряд факторов, связанных с нарушением действующих норм и правил строительства, недостаточностью информации об инженерно-геологических изысканиях, а также ошибки при строительстве фундаментов из-за недостаточного учёта особенностей грунтовых оснований стали причиной разрушительных последствий при сильных землетрясениях, прошедших в стране.

Проблема сейсмостойкости жилых зданий и сооружений в Кыргызской Республике встала в настоящее время достаточно остро, поскольку практика показывает, что при сильных землетрясениях наиболее массовые и тяжелые повреждения получают не сейсмостойкие жилые здания, на долю которых приходится наибольшее число жертв и наибольший экономический ущерб.

Выше отмеченный показатель обеспеченности населения жильем в республике за годы независимости практически не изменился и не превышал 15,7 кв.м на 1 человека. С 2010 года наблюдается тенденция снижения обеспеченности населения жильем, и в 2020 году показатель по республике составил 12,5 кв.м на 1 человека: 13,5 кв.м - в городской местности и 12,8 кв.м - в сельской местности (таблица 1.1). Между тем, по социальным стандартам

Организации Объединенных Наций на одного гражданина должно приходиться не менее 30 кв.м жилья [33].

При этом в структуре жилищного фонда преобладает доля частного сектора, где в собственности граждан на начало 2021 года находилось более 98 процентов общей площади жилищного фонда. Обеспеченность жильем в расчете на одного человека (кв. м) приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. - Обеспеченность жильем в расчете на одного человека (кв. м)

	2017	2018	2019	2020	2021
Кыргызская Республика	13.2	13.1	13	13	13
Баткенская область	12.2	12.1	12.2	12.4	12.1
Джалал-Абадская область	14.4	14.2	14.1	14	13.9
Иссык-Кульская область	15.6	15.5	15.5	15.7	15.7
Нарынская область	12.9	12.8	12.7	12.8	12.8
Ошская область	10.7	10.6	10.6	10.5	10.4
Таласская область	14.2	14.1	14	14.1	14.1
Чуйская область	14.4	14.2	14.2	14.2	14.2
г. Бишкек	13	12.9	13	13.1	13.2
г. Ош	13.2	13.2	12.9	12.8	12.7

Жилой фонд характеризуется такими важными показателями, как *степень износа и сейсмобезопасность жилища*.

В связи с этим следует предусматривать разработку технологий изделий и конструкций для малоэтажного строительства с использованием местных материалов, уменьшение материало-, энерго- и трудоемкости строительного производства, повышение сейсмостойкости зданий и сооружений.

В настоящее время на территории Кыргызстана сложились традиционные виды индивидуального жилищного строительства. Они издревле применялись в регионе Центральной Азии и которые могут быть широко внедрены в современных условиях. Нами были изучены целый ряд традиционных и новых технологий сейсмостойкого строительства с использованием местных материалов, нормативные документы по их сооружению, а также конструктивные особенности домов и зданий [78].

В результате анализа установлено, что действующие технические нормы Кыргызской Республики СН КР 20-02:2018 [143], СНиП КР 20-02:2009 [149] были изъяты, они касались строительства в сейсмических районах зданий стены из глинистых материалов, которые были введены в СНиП КР 20-02:2004 [148]. Из местных материалов наиболее широкое распространение получил самано-глинистая композиция. Широкое применение глины в строительстве зданий продиктовано тем, что глина имеет ряд серьезных достоинств, широко практикуется как в сельской, так и в городской местности. В связи с этим актуальна необходимость разработки технологии сейсмостойких конструктивно-планировочных решений жилых домов с использованием местных строительных материалов.

Как правило, при строительстве индивидуального дома практически каждый застройщик опирается на опыт соседей, родственников, знакомых. При этом, в стремлении понести наименьшие затраты зачастую пренебрегают основными правилами безопасного строительства.

Анализ зарубежных периодических изданий по строительству показывает, что в Европе сооружения из грунта занимают немаловажное место в производственных секторах экономики. Всеобщий интерес к экологически чистым стройматериалам позволил ее по-новому оценить. Во-первых, его не нужно привозить издалека, он в буквальном смысле у нас под ногами. Во-вторых, для подготовки и переработки глины не требуется значительных энергетических и финансовых затрат [178].

1.2. Конструктивные особенности малоэтажных домов и зданий, построенных из местных материалов

Жилые дома индивидуальной застройки могут иметь различные конструктивные схемы. Большинство зданий этого типа в г. Бишкеке являются зданиями с несущими кирпичными стенами и со стенами из глинистых материалов и смешанных конструктивных схем, сочетающих кирпичные и каркасные конструкции. Основными причинами трагедий являются несоблюдение антисейсмических мероприятий при строительстве малоэтажных частных домов, низкое качество строительных материалов и несоблюдение технологий строительства. Более 90 процентов жилых домов в сельской местности строятся с использованием местных строительных материалов - глины, самана, шлака, камыша, природных камней, древесины тополей и других недорогих материалов [64].

Тяжелое социально-экономическое положение населения не позволяет им строить с использованием жженого кирпича, железобетона и древесины лиственных пород. В результате жилые дома разрушаются при небольших землетрясениях, и большое количество людей погибают под их руинами. В качестве примера можно привести Нуринское землетрясение в Ошской области с магнитудой 6,6 по шкале Рихтера, которое случилось в 5 октября 2008 г. и привело к гибели 75 человек (рисунок 1.3) [142].



Рисунок 1.3 - Состояние домов после землетрясения в с. Нура [141].

Почти все здания в селе были разрушены, целыми остались только общественные здания, построенные с соблюдением антисейсмических мероприятий и объекты с малыми размерами [11, 77, 124].

По конструктивному решению и способу возведения здания из глины [134], общими во многих странах, подразделяются на:

- Монолитные (литые);
- Возводимые из нарезанных кусков густой глиняной массы способом ручной накладки (битье ручное) (пахса);
- Возводимые из глиняной или глиносоломенной массы способом ручной нашлапки (разновидность пахсы);
- Возводимые из глиняной или глиносоломенной массы с заполнением (добавлением) различных заранее изготовленных и высушенных круглых, овальных, неправильной формы мелкоштучных элементов (гуваляк) из глины (иногда глиномассы), рваных кусков старых глиняных стен, кусков сырцового кирпича и т.п. местных материалов способом ручной кладки (послойной) глиняных изделий и раствора (разновидность пахсы).
- Возводимые несущим остовом из деревянного каркаса с заполнением из глиняного или глиносаманной массы, наносимым ручным способом;
- Возводимые из деревянного каркаса и глиномассы с заполнением из различных местных материалов: обожжённого и необожжённого кирпича, заранее изготовленных и высушенных глиняных или глиносаманных изделий, (кулула, гуваляк), рваных кусков старых глиняных стен и т.п. материалов;
- Возводимые из железобетонного каркаса с заполнением из различных местных материалов: необожженного кирпича, заранее изготовленных и высушенных глиняных или глиносаманных изделий, (кулула, гуваляк), глиносоломенной массы, рваных кусков старых глиняных стен и т.п. материалов;
- Возводимые из мелкоштучных изделий (элементов) на основе глины способом ручной кладки.

Необходимо также подчеркнуть, что обязательным условием высокого качества строительства зданий из глины является качественное приготовление глиномассы [62, 65, 68, 134].

На основе анализа статистических данных о зданиях индивидуальной жилой застройки Кыргызской Республики, собранной по нашим данным, составлена классификация индивидуальных жилых домов по типам несущих конструктивных систем. В соответствии с составленной нами классификацией, по всем территориальным особенностям преобладают и выделяются индивидуальные жилые дома построенных из местных глинистых материалов со следующими типами несущих конструктивных систем: около 40% составляют здания со стенами из сырцового кирпича или блоков правильной формы; около 15% - здания с деревянным каркасом и заполнением из глиноматериалов – «сынчевые» дома; около 25% – здания со стенами из глинобита или глиноматериалов неправильной формы «сокмо» и «пахса»; около 20% – здания с железобетонным каркасом и заполнением из глиноматериалов.

В лаборатории «Сейсмостойкое строительство» кафедры «ПВЗиСС», КИСИ им. Н. Исанова КГТУ им. И.Раззакова совместно БОФ «Хабитат-Кыргызстан» была проведена серия экспериментов моделей домов, вышеперечисленных 4-х типов несущих конструктивных систем, построенных из местных глинистых материалов.

1.3. Ключевые факторы, влияющие на повреждаемость и разрушение глинобитных домов, зданий и сооружений

Основные причины повреждений и разрушений малоэтажных зданий

Во всем мире частичное повреждение или обрушение зданий при строительстве, а также аварии случались и происходят во всех странах, только их причины различны. В эксплуатируемых зданиях часто имеются дефекты и повреждения, снижающие долговечность и эксплуатационные качества. Основными причинами этого является влияние многочисленных

неблагоприятных факторов и ошибок, допущенных на всех этапах строительного процесса и эксплуатации.

В большинстве случаев повреждения и аварии происходят вследствие неполного учета инженерно- и гидрогеологических условий строительной площадки. В последние годы издан ряд фундаментальных работ по теории сооружений, направленный на повышение качества и надежности строительства. Большое внимание придается анализу причин повреждений и разрушений в целях накопления опыта безопасного строительства.

Однако повреждения и обрушения зданий — это то, чего не должно быть вообще, чего мы стремимся исключить из нашей строительной практики. Необходимо поставить прочный заслон всем нарушениям, всякой халатности, имеющим место при выполнении строительно-монтажных работ. Сегодня перед нами строителями стоит задача: определяющей чертой настоящего времени должно стать новое отношение к делу, борьба за качество во всех сферах строительного производства [62, 65, 68].

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что подавляющая часть Кыргызстана и Ферганской долины подвержена 8-9-балльным землетрясениям, этому свидетельствует не раз произошедшие разрушительные последствия катастрофических землетрясений, принесших огромный материальный и социальный ущерб [123].

В данной диссертационной работе рассматривается часть проблем касающейся только малоэтажных зданий. Основными причинами повреждений и разрушений малоэтажных зданий, построенных из местных материалов, явилось низкое качество строительных материалов и проведенных строительно-монтажных работ, их неудовлетворительное состояние, отсутствие достаточной связи элементов конструкций следствием чего является и низкая способность сопротивляемости сейсмическим воздействиям. Наиболее уязвимыми в сейсмическом отношении объектами, получающими наиболее тяжелые повреждения, являлись и являются индивидуальные жилые здания, возведённые частными застройщиками из местных материалов [16, 27, 63].

А) Основными причинами дефектов и повреждений фундаментов являются (рисунок 1.4):



Рисунок 1.4 - Фундаменты малоэтажных зданий с различными типами несущих конструктивных систем.

- ✓ отсутствие проведенных инженерно-геологических изысканий при проектировании;
- ✓ отсутствие технологии работ при подготовке основания;
- ✓ нарушение технологии работ при возведении фундаментов: малая глубина заложения фундаментов;
- ✓ нарушение наружного водоотвода;
- ✓ фундаменты каменные или бутовые на глинистом растворе;
- ✓ трещины, сколы, изломы и вывалы в теле фундаментов;
- ✓ отсутствие достаточной связи элементов конструкций с фундаментом;
- ✓ отсутствие фундамента, имитация снаружи бетонными обманками.

Б) Основными причинами повреждений глинистых стен являются, (рисунок 1.5):



Рисунок 1.5 - Повреждения стен сынчевых домов при землетрясении 20.07.2011 г, в Баткенской области, с. Кан.

- ✓ отсутствие фундамента или недостаточность высоты фундамента;
- ✓ промокание стен, с последующим увлажнением, отсыреванием стен, участков там, где к ним прилегают водосточные трубы или где с внутренней стороны помещения установлены ванны, мойки, раковины;
- ✓ отсутствие надежной связи между отдельными конструкциями, такого, как фундамент - стена, стена с покрытием;
- ✓ низкое качество строительного материала: искривление, отклонение стен от вертикали, низкая прочность элементов конструкции здания, следует учесть, что глина сама по себе является рыхлой, с сыпучей основой;
- ✓ неудовлетворительные условия эксплуатации (отсутствие отмостки): замачивание и увлажнение; агрессивное воздействие окружающей среды и т.п.;
- ✓ отсутствие или нарушение технологии гидроизоляции стен;
- ✓ отсутствие или разрушение карнизов, вследствие чего дождь напрямую подает на стену водосточных труб и др.

В) Основными причинами повреждений кровли, крыши и покрытий, а также причины их возникновения в зависимости от применяемых материалов:

- ✓ *Покрытия из асбестоцементных волнистых листов:*
- ✓ механическое воздействие на лист; воздействие низких температур, сильного ветра, льда;
- ✓ старение материала; механические воздействия; крашения материала в местах забивки гвоздей;
- ✓ срыв листов сильным ветром и воздействием отсоса; смещение листов из ряда по причине некачественного закрепления.
- ✓ *Покрытия из листовой стали:*
- ✓ недостаточное обжатие (уплотнение) отгибов в фальцах; малый отгиб имеет высоту менее 20 мм; прогибы по длинной стороне картины; коррозионное разрушение металла в фальцах;

✓ воздействие сильного ветра: воздействие сил отсоса при сильном ветре; отсутствие кляммеров; неудовлетворительное закрепление кляммеров к обрешетке, некачественные фальцы;

✓ протечка кровельного покрытия: задувание снега на чердак и его таяние.

✓ *Покрытия с глиняными кровлями:*

✓ за период длительной эксплуатации зданий при выполнении ремонта, на покрытиях зданий с течением времени образовывался довольно значительный слой глиноматериалов (иногда более 0,5 м), имеющий довольно большую массу;

✓ отсутствие должной связи на уровне перекрытий с основными несущими конструкциями домов;

✓ огромная масса перекрытий в таких зданиях, приводит к увеличению силы сейсмического толчка, что приводит к разрушению.

Отметим, что покрытия с глинистыми кровлями послужило причиной большинства жертв, прошедшего землетрясения 20 июля 2011 года в селе Кан Кадамджайского района.

Под воздействием внешних факторов и физического износа кровельного покрытия и крыши в процессе эксплуатации зданий и сооружений, появляются различные неисправности и дефекты. Такие дефекты ухудшают эксплуатационные качества не только кровельных покрытий и крыши, но и здания в целом, существенно сокращая их нормативные сроки службы.

1.4. Основы теории и расчета процессов повреждаемости и разрушения малоэтажных зданий

В настоящее время во многих практических вопросах мы вынуждены проводить испытания на моделях малоэтажных зданий, а проводить натурные испытания строительных объектов не позволяют на специализированном испытательном оборудовании и экономическое состояние. Для того чтобы выбрать модель малоэтажного здания необходимо рассмотреть и создать физические модели, которые будут более близки к реальным строительным объектам. Поэтому, проводим краткий обзор основных видов моделирования

близко описывающих состояния в целом строительных объектов, в частности их процессов повреждаемости и разрушения.

Отметим, что моделирование является одним из основных методов познания, является формой отражения реальности и состоит в выяснении или воспроизведении определенных свойств реальных объектов, объектов и явлений с использованием других объектов, процессов, явлений или с использованием абстрактного описания в форме изображения, план, карта, набор уравнений, алгоритмы и программы [14, 15, 45].

Доступность моделирования, то есть перенос результатов, полученных в ходе построения модели и оригинала, основана на том, что модель воспроизводит, (моделирует, описывает, имитирует) важные интересующие исследователя свойства объекта. Моделирование как форма отражения реальности достаточно распространено, полная классификация возможных видов моделирования очень затруднительна, в силу многочисленности понятия «модель», используемого не только в науке и технике, но в искусстве, и в повседневной жизни. Вообще, к естественным и техническим наукам принято различать следующие виды моделирования: *концептуальное, физическое (натурное), структурно-функциональное, математическое и имитационное (компьютерное)*.

Таким образом, мы видим, что понятие «моделирование» емкое, оно включает много разновидностей. В работе мы рассматриваем физическое и компьютерное моделирование применительно к предмету исследования. Исследуемый объект, относительно которого изготовлена модель, называется оригиналом, образцом, прототипом. Физическая модель - это новый объект, который отражает существенные признаки изучаемого объекта, явления или процесса.

Общие свойства моделей:

1) адекватность – это степень соответствия модели тому реальному явлению (объекту, процессу), для описания которого она строится;

2) конечность – модель отображает оригинал лишь в конечном числе его отношений и, кроме того, ресурсы моделирования конечны;

3) упрощенность - модель отображает только существенные стороны объекта;

4) полнота – учтены все необходимые свойства;

5) приблизительность - действительность отображается моделью грубо или приблизительно;

6) информативность - модель должна содержать достаточную информацию о системе – в рамках гипотез, принятых при построении модели;

7) потенциальность - предсказуемость модели и её свойств.

Исследование объектов, процессов или явлений путем построения и изучения их моделей для определения или уточнения характеристик оригинала называется моделированием.

Моделирование - это метод познания, заключающийся в создании и изучении моделей. Теория замены оригинальных объектов объектной моделью называется теорией моделирования.

Основными этапами моделирования являются:

1) постановка задачи; 2) разработка модели, анализ и изучение проблемы; 3) компьютерный (натурный, физический) эксперимент; 4) анализ результатов моделирования.

На этапе разработки модели осуществляется построение информационной модели, то есть формирование представления об элементах, составляющих исходный объект.

1.4.1. Краткий обзор по теории моделирования

Моделирование — это: а) общенаучное и эффективное средство познания; б) внедрение и разработка методов прогнозирования проектов; в) анализ и оценка ответственного принятия решений в методологии машинного моделирования перспективных планов и проектов в области строительства и экономике.

Если мы посмотрим на историю моделирования, то первыми моделями, которые заменили некоторые объекты, были, конечно, символические условные модели. Это были лингвистические особенности, которые естественным образом менялись в ходе человеческого развития, возникая и постепенно формируя разговорный язык.

Следующим этапом развития моделирования можно считать появление символьных числовых символов. Первый из числовых условных обозначений представлен и сохранился в виде выемки. Постепенное развитие этого метода привело к представлению чисел в виде цифр как системы знаков. Можно предположить, что именно эти зарубки были прототипами римских цифр I, II, III, V, X. Дальнейшее развитие знаковых моделей связано с возникновением письменности и математической символики. Наиболее древние письменные тексты, известные в настоящее время, относят примерно к 2000 г. до н.э. (Египет и Вавилон). Есть основания полагать, что вавилоняне уже пользовались понятием подобия прямоугольных треугольников.

Учение о подобии и моделировании начало создаваться более четырехсот лет тому назад. Леонардо да Винчи, Микеланджело, Галилеем делались попытки обосновать методы моделирования и применять их в различных областях: строительстве, архитектуре, механике, геометрии, астрономии. Однако, первые научные формулировки условия подобия о физическом моделировании были получены И. Ньютоном (1643-1727), в его работе «Математические начала натуральной философии», в которой он рассматривает движение материальных тел и устанавливает законы их подобия. Гениальное предвидение этой науки было высказано Ньютоном в 1686 г., спустя более 160 лет, в 1848 г. членом французской академии наук Жозеф Бертраном впервые установил основное свойство подобных явлений, сформулировав *первую теорему* подобия, теорему о существовании инвариантов подобия [10, 14, 53, 96, 181]. Им были открыты пути применения; и моделирования механических систем, и их критерии.

Вторая теория подобия устанавливает возможность такого преобразования физических уравнений. Она была выведена русским ученым А.

Федерманом в 1911 г. и несколькими годами позже, в 1914 г., американским ученым Букингэмом. Для того чтобы иметь право переносить данные опытов, произведенных на одном объекте, на другие, ему подобные, в выводах теории подобия не хватало еще одного важного звена.

Первая и вторая теоремы были выведены на основе предположения, что речь идет о явлениях, подобие которых заранее известно. Обе теоремы устанавливают свойства подобных явлений, но они не указывают способа для определения того, подобны ли два каких-нибудь, сравниваемых между собой, явления. Возникает вопрос, по каким признакам можно узнать, что явления подобны друг другу. Ответ дается третьей теоремой подобия.

Третья теорема устанавливает, условия, необходимые и достаточные для того, чтобы явления оказались подобными друг другу. Формулировка ее была дана М. В. Кирпичевым и А. А. Гухманом, а доказательство теоремы - М. В. Кирпичевым в 1930 г. [45]. Продолжателями этого направления явились такие ученые, как В. Л. Кирпичев, Н. Е. Жуковский, М. В. Кирпичев, А. А. Гухман, Л. И. Седов и другие [8, 26, 139].

Далее развитие длительное время шло путем определения частных условий подобия для явлений только определенной физической природы - работы Л. Эйлера (1707-1783) в области строительной механики и И. П. Кулибина (1735-1818).

В 1822 г. увидела свет работа Д. Фурье «Аналитическая теория теплопроводности», в которой было показано, что члены уравнений, описывающих физические явления, всегда имеют одинаковую размерность. Это правило получило название *правила Фурье* или правила размерной однородности уравнений математической физики.

В России основоположником теории подобия является В. Л. Кирпичев (1845-1913) в области упругости, который в 1874 г. опубликовал работу «Беседы о механике», посвященную исследованию упругих явлений в геометрически подобных телах. Академик М. В. Кирпичев (1879 – 1955) [23] в своих работах детально рассмотрел вопросы, связанные с моделированием в строительстве, и

показал, что теория подобия является теорией эксперимента и моделирования. Она указывает, каким образом нужно ставить опыт, обрабатывать опытные данные, а также обобщать и распространять полученные результаты на другие объекты. Профессор А. А. Гухман [26] сформулировал ряд важных положений, в частности, третью теорему подобия, в которой определяются условия, необходимые и достаточные для обеспечения подобия групп явлений. Профессором Л. И. Седовым [139] были подробно рассмотрены методы подобия применительно к механике, движению различных тел в жидкости. Профессор Н. Е. Жуковский [34] внес неоценимый вклад в развитие теории воздухоплавания и моделирования авиационной техники.

В 1909-1914 гг. Н. Е. Жуковским, Д. Релеем, Ф. Букингемом была сформулирована теорема, позволяющая установить, условия подобия явлений любой физической природы.

Параллельно шло развитие логического моделирования в знаковой форме, это, прежде всего развитие математики. В конце XVI в. Д. Непер (1550-1617) изобрел логарифмы. В конце XVII в. И. Ньютон и Г. Лейбниц (1646-1716) создали дифференциальное исчисление. Получают развитие численные методы решения различных задач.

К первым вычислительным устройствам можно отнести счеты (XV-XVI в.), логарифмическую линейку (начало XVII в.). Длительное время вычислительные устройства были исключительно механическими - арифмометр, счетно-решающие механизмы и т. п. И только в 30-х гг. нашего столетия начинается развитие электрических аналоговых и цифровых вычислительных устройств.

И первые обобщения двух направлений материального моделирования: - а) физического и б) формального с помощью вычислительных устройств были сделаны В. А. Вениковым (1949 г.) и Л. И. Гутенмахером (1949 г.), а затем получили дальнейшее развитие у И. М. Тетельбаума (1959 г.), А. М. Сучилина (1964 г.), П. М. Алабужева (1968 г.). Философские концепции основных общих

вопросов моделирования отражены В. А. Штоффом, И. Б. Новиковым, Н. А. Уемовым и др. [178].

Таким образом, теория подобия сделалась научной основой одновременно как физического, так и технического эксперимента. При этом, осуществить все условия подобия, налагаемые третьей теоремой, часто бывает очень трудно. Поэтому развитию моделирования весьма способствовал разработанный в СССР метод не точного, а приближенного моделирования, когда соблюдаются не все условия подобия и в модели получается с достаточной для практики точностью приближенное подобие.

Экспериментальная проверка приближенного метода моделирования проведена была в широких пределах М. А. Михеевым и рядом других советских ученых [182].

Моделирование относится к общенаучным методам познания. Использование моделирования на эмпирическом и теоретическом уровнях исследования по своей сущности приводит к условному делению на материальное (физическое) моделирование, теоретическое (абстрактное) и идеальное моделирование. *Материальное моделирование* - это моделирование, при котором исследование объекта выполняется с использованием его материального аналога, воспроизводящего основные физические, геометрические, динамические и функциональные характеристики исследуемого объекта. Основными разновидностями материального моделирования являются натурное и аналоговое. *Натурное моделирование* - это моделирование, при котором реальному объекту ставится в соответствие его увеличенный или уменьшенный материальный аналог, допускающий исследование (как правило, в лабораторных условиях) с помощью последующего перенесения свойств изучаемых процессов и явлений с модели на объект на основе теории подобия.

«Модель - это система, и, изучая ее, мы можем получить информацию о другой системе». Впервые модели были применены на практике строителями.

Впервые статистическая природа коэффициента запаса прочности была показана в опубликованной в 1926 г. работе Майера [195], в которой автор вместо расчета по допускаемым напряжениям предложил для выбора значений параметров, вводимых в расчет, использовать методы теории вероятностей. В 1929 г. в [171] Н. Ф. Хоциалов предложил, принимая во внимание изменчивость основных параметров, вести проектирование конструкций, исходя из оптимальной суммы как капитальных затрат, так и вероятности "дефектных отклонений" и суммы убытков от аварий, т.е. в этой работе уже обсуждается идея вероятностной оптимизации. Существенным развитием идей М. Майера и Н.Ф. Хоциалова стали работы Н.С. Стрелецкого, М. Плото и В. Вержбицкого, А.М. Фрейденталя [160, 192, 195, 202], где в качестве случайных величин использовались не только прочностные характеристики материала, но и параметры нагрузок, при этом речь шла уже о вероятности отказа в виде нарушения некоторых регламентируемых требований, а не о вероятности аварии. Общие принципиальные вопросы применения вероятностных методов к анализу надежности сооружений получили развитие в фундаментальных исследованиях В. В. Болотина [12, 112, 121, 162, 1725] и А. Р. Ржаницына [131]. Исследования В. В. Болотина [12], К. С. Лосицкой [56], А. Р. Ржаницына и Ю.Д. Сухова [161], Е. И. Федорова [163], В. Н. Писчикова [110] и так и зарубежных [185-187, 189-190, 195, 200] исследователей. Основное внимание уделяется первому предельному состоянию, по причине того, что для него проще определить условие безотказности.

Вероятностные методы начали проникать и в нормативную документацию, в частности, можно сослаться на Еврокод [191] или нормы Украины [108]. Начали широко использоваться методы риск-анализа, по сути развивающие понятие предельного состояния и расширяющие область анализа поведения конструкций и на запредельные состояния [37], другие существенно продвинули решение проблемы учета сочетания нагрузок в расчетах конструкций. В основе разработанных за последние годы Еврокодов лежит метод предельных состояний. Процедуры нормирования, основанные на методе предельных

состоянии, привели к системе коэффициентов надежности, когда в той или иной мере используются статистические данные, а расчет ведется в детерминированной форме.

Исследование процессов конструктивной безопасности в традиционной форме можно считать не отвечающим современным вызовам. Отсутствие соответствующих нормативных документов приводит к тому, что разрабатываемые новации можно отнести к запроектным воздействиям [48]. Подобные воздействия часто приводят к неожиданным отказам сооружений, которые обуславливают экономический ущерб и, как правило, гибель людей. В последнее время при проектировании многоэлементных систем, решаются противодествия каскадному развитию отказов, недопущению прегрессирующего разрушения. В нормах США и Канады введено понятие «целостности» (integrity) сооружения [188]. В работе [85] отмечается, представляется уместным наряду с понятиями «несущая способность» и «эксплуатационная пригодность» ввести понятие «живучесть» [109, 120] и определить еще одну группу предельных состояний. Предлагаемая [85] *третья группа предельных состояний* (по живучести) включает предельные состояния, характеризующиеся лавинообразным развитием отказов, приводящих к полному выходу из строя элементов системы. Условия обеспечения надежности заключаются в том, что расчетные значения нагрузок или вызванных ими усилий, напряжений, деформаций, перемещений не превышали соответствующих им предельных значений, устанавливаемых нормами проектирования конструкций.

Успехи в прикладной механике, физике, химии, а также технических дисциплинах часто являются результатом применения новых математических идей и методов. Можно с уверенностью утверждать, что и активно развивающаяся в последние годы прикладная математическая теория - *теория катастроф* - в сочетании современными методами системного анализа станет полезным и эффективным средством качественного анализа различных реальных процессов.

Синергетика или теория самоорганизации сегодня представляется одним из наиболее популярных и перспективных междисциплинарных подходов. Термин "синергетика" (synergeia (греч.) - совместное действие, сотрудничество) был предложен в начале 70-х годов XX века немецким физиком из Штутгарта Г. Хакеном и имеет два смысла: с одной стороны, кооперативное действие элементов сложной системы; с другой - сотрудничество учёных разных областей знания [47]. В 1980-х гг. единая наука о самоорганизации была названа в Германии синергетикой (Г. Хакен), во франкоязычных странах - теорией диссипативных структур (И. Пригожин), в США - теорией динамического хаоса (М. Фейгенбаум).

Ключевые понятия теории синергетики – это, нелинейность, точка бифуркации, аттрактор, диссипативные процессы и фракталы. *Точка бифуркации* - это момент неустойчивости, когда система выбирает дальнейший путь эволюции, точка, в которой происходит катастрофа (термином "катастрофа" в теории самоорганизации называют качественные скачкообразные изменения, возникающие при плавном изменении внешних условий). Вблизи этой точки возрастает роль незначительных случайных возмущений - *флуктуаций* (временных отклонений от состояния равновесия), за счет чего может произойти переход системы от области притяжения одного *аттрактора* к другому (произойдет катастрофа) [51].

Советская школа В. И. Арнольда и Р. Тома, разрабатывающая математический аппарат для описания катастрофических процессов, школа А. А. Самарского и С. П. Курдюмова, строящая теорию самоорганизации на основе вычислительного эксперимента; биофизическая школа М. В. Волькенштейна и Д. С. Чернявского и другие [161]. Принципы системного подхода и самоорганизации – одной из основных составляющих синергетической парадигмы.

Основы современного подхода к определению качественных изменений в поведении решений обыкновенных дифференциальных уравнений были заложены сто лет назад А. Пуанкаре, как выше отметили, который впервые ввел

такие понятия, как структурная устойчивость, динамическая устойчивость и критические множества.

Таким образом, мощный аналитический аппарат - *теория катастроф* - применяется при решении проблем, возникающих в различных областях науки и техники. Моменты качественного изменения исходной системы называются *бифуркациями* состояния и описываются соответствующими разделами математики – теорией катастроф. Впервые, в рамках механики деформируемого твердого тела, методы теории катастроф применялись к описанию равновесия и потери устойчивости при деформировании горных пород [62, 65, 68].

С привлечением прикладных программ Matlab можно производить построения графиков функций, решения уравнений, выполнения статистических тестов, симуляцию и моделирование. Это высокоуровневый язык программирования, который способен взаимодействовать с другими языками программирования. Можно создавать модель и анимационную графику. В данной работе рассмотрены на примерах решения важных технических задач, что с помощью пакета прикладных программ Matlab, получили возможность обработать экспериментальные данные проведенную на сейсмоплатформе КИСИ им. Н. И. Исанова и записи прошедших землетрясений получаемые данные из инженерно-сейсмометрических станций.

После анализа и сопоставления различных видов моделирования мы остановились на следующих видах:

- моделирование процессов повреждаемости с позиций синергетики;
- численное моделирование малоэтажных зданий на основе ППП Matlab.

1.4.2. Моделирование строительных конструкций и сооружений

Моделированием строительных конструкций - называется метод исследования строительных конструкций и сооружений на их моделях с использованием *определенных законов подобия процессов и явлений, протекающих в натурных конструкциях и в моделях*. Моделирование является одним из широко применяемых методов исследования в современной мировой

практике, так как использование для испытаний в исследовательских целях конструкций зданий натуральных размеров связано с большими материальными и трудовыми затратами. Поэтому испытания на модели или на разных моделях различными методами позволяют быстрее, всесторонне и более дешевым способом получить необходимые научные и практические результаты.

Моделирование является методом экспериментально-теоретического исследования объекта. Оно включает следующие операции: построение модели, изучение свойств модели при заданных условиях или воздействиях и перенос полученных сведений на моделируемый объект. Моделирование рассматривает только подобные явления и базируется на теории подобия. Параметры, характеризующие подобные явления, связаны между собой и позволяют от эффектов, изучаемых на модели, перейти к исследуемым явлениям в натуре. В практике моделирования широко используется математическое и физическое подобие.

По моделированию, строительных конструкций используется все три основных вида моделирования - механическое, математическое и физическое. При *механическом моделировании* используются законы механического подобия процессов, протекающих в твердых деформируемых телах равных масштабов. Возможны три направления *механического моделирования*:

- *Первое* - испытание моделей с целью проверки достоверности методов расчета, в соответствии с которыми запроектирована модель;

- *Второе направление* - исследование конструкций или процессов, которые не имеют аналитического описания, не имеют методики расчета. В этом случае вместо аналитического расчёта производят испытание модели, исследуют проявляющиеся закономерности, выявляют предельные состояния. Результаты испытания используют затем для разработки методов расчёта аналогичных конструкций. Второе направление моделирования особенно важно для железобетонных конструкций, методы расчёта которых базируются на закономерностях деформирования в стадии предельного равновесия, эти

закономерности, в свою очередь, могут быть выявлены и изучены только при испытаниях натуральных конструкций или их моделей;

- *Третье направление механического моделирования* - исследование на модели процессов с целью переноса результатов испытания на натурную конструкцию. В этом случае масштаб модели, её элементов, механические характеристики материалов подбирают по определенным законам подобия.

В нашем случае эскизы модели индивидуального жилого дома были разработаны по этим направлениям, с использованием *теории подобия*, которая лежит в основе механического моделирования. Она изучает закономерности соотношений между геометрическими размерами прототипа исследуемой конструкции, так называемой *натуры*, т.е. *реального здания* и её *модели*, механическими константами материалов, величинами нагрузок, напряжениями и деформациями прототипа и модели. В квадратных скобках показан символически размерность основных величин [4, 111]. Например, для всех линейных величин $l_i[L]$; для сосредоточенных и продольных сил $P_j[P]$; модулей упругости $E_i [PL^{-2}]$ - размерность напряжения и т. д.

Тогда геометрию конструкции, ее элементов характеризуют линейные размеры $l_i [L]$ и соотношения между ними. Основными видами нагрузок могут быть: $-P_j[P]$ сосредоточенные силы; $-M_i[PL]$ - сосредоточенные моменты; $q_i[PL^{-1}]$ - погонная (распределенная по длине); $q_i[PL^{-1}]$ - распределенная по поверхности конструкции.

Механические свойства упругих материалов характеризуются модулями упругости $E_i[PL^{-2}]$ и коэффициентами Пуассона μ_i , которые не имеют размерности. Относительные фибровые деформации ε_i , также величины безразмерные.

Общим недостатком представления моделируемых параметров в размерном виде является то, что численные величины и соотношения между ними изменяются в зависимости от принятой системы единиц - СИ, метрической или какой-нибудь иной. Поэтому, ради удобства анализа, от размерных параметров переходят к безразмерным.

Обязательным условием простого (строгого) подобия является равенство всех полученных таким образом безразмерных комплексов для прототипа и модели. Их одинаковость математически обозначают словом *idem*, что в переводе с латинского означает «одинаковый», «один и тот же».

В такой форме совокупность **критериев подобия** модели и прототипа приобретает вид: в отношении геометрии $l = idem$; в отношении материалов $E = idem$; $\mu = idem$; в отношении деформации $\varepsilon = idem$; в отношении нагрузок получим безразмерные комплексы:

$$\frac{P}{\xi^2 E} = idem; \quad \frac{P}{\xi^3 E} = idem; \quad \frac{P}{\xi E} = idem; \quad \frac{g_n}{E} = idem \quad (1.1)$$

Критерий подобия $l=idem$ означает, что модель в отношении геометрии должна быть подобна прототипу, т. е. все размеры модели и прототипа должны быть связаны единым масштабным множителем

$$\xi = m_\varepsilon * \xi_n \quad (1.2)$$

Критерии подобия безразмерных параметров $\mu=idem$ и $\varepsilon=idem$ означают, что в сходных точках модели и прототипа они должны быть одинаковыми, т.е.:

$$\mu = \mu; \quad \varepsilon = \varepsilon \quad (1.3)$$

Для линейного упругого материала это означает равенство отношений:

$$\frac{\sigma_M}{E_M} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \text{или} \quad \frac{\sigma_M}{\sigma_i} = \frac{E_M}{E_i} \quad (1.4)$$

Эти и другие безразмерные отношения целесообразно заменить соответствующими *масштабными множителями*. Так, зависимости (1.3) и (1.4) можно записать в следующем виде:

$$\frac{\mu}{\mu} = m_\mu; \quad \frac{\varepsilon}{\varepsilon} = m_\varepsilon; \quad \frac{\sigma_i}{\sigma_i} = m_\sigma; \quad \frac{\sigma_i}{\sigma_i} = m_E \quad (1.5)$$

из этих отношений, с учетом (1.3) и (1.4), получим:

$$m=1; m=1; m:m=1; \quad (1.6)$$

Соотношения вида (1.6) называются **индикаторами подобия**. При простом подобии все критерии подобия *idem*, выраженные через масштабные коэффициенты, также являются индикаторами подобия, равными единице, т. е.:

$$\frac{m_b}{m^2 \cdot m_z} = 1; \quad \frac{m_b}{m^3 \cdot m_z} = 1; \quad \frac{m_b}{m \cdot m_z} = 1; \quad \frac{m}{m} = 1; \quad (1.7)$$

Индикаторы (1.7) имеют важное значение, с их помощью находят соотношение между нагрузками, действующими на прототип и на модель в любых комбинациях.

Заключение по главе 1

1. Недостаточная материальная обеспеченность большей части населения республики, приводит к повсеместному применению местных глиноматериалов для возведения жилья и образовательных учреждений. Основными причинами этому являются дешевизна, доступность, достаточно простая технология возведения зданий из глиноматериалов и хорошие теплотехнические характеристики.

2. На основе анализа статистических данных о зданиях индивидуальной жилой застройки Кыргызской Республики, собранной по нашим данным, составлена классификация индивидуальных жилых домов по типам несущих конструктивных систем на 4 типа.

3. Согласно данной классификации, около 40% зданий построены из сырцового кирпича или блоков правильной формы; около 15% зданий имеют деревянный каркас с заполнением из глиноматериалов или дома, построенные по технологии «сынч»; около 25% зданий построены из глинобита по технологии «сокмо» и «пахса»; около 20% зданий имеют железобетонный каркас с заполнением из глиноматериалов.

4. Основными причинами разрушений зданий являются: постройки без соблюдения действующих норм и правил; недостаточная или отсутствие информации по инженерно-геологическим изысканиям; ошибки при устройстве фундаментов; не учёт особенностей грунтов оснований (просадочность, выпучивание; пористость и др.), которые особенно ощутимы при изменении температуры и влажности; при эксплуатации зданий, как правило, в большинстве случаев эксплуатация проводится персоналом не имеющим соответствующие квалификации и навыки в строительстве. Следует отметить, что высокая

сейсмичность территории республики, предъявляет особые требования, начиная с проекта, строительства и эксплуатация к зданиям и сооружениям.

5. В нашем случае эскизы модели индивидуального жилого дома были разработаны с использованием теории подобия, которая лежит в основе механического моделирования. Она изучает закономерности соотношений между геометрическими размерами прототипа исследуемой конструкции, так называемой натуры, т.е. реального здания и её модели, механическими константами материалов, величинами нагрузок, напряжениями и деформациями прототипа и модели.

6. После анализа и сопоставления различных видов моделирования, решено остановиться на следующих видах и направлениях исследований:

- моделирование процессов повреждаемости с позиций синергетики;
- численного моделирования малоэтажных зданий на основе ППП Matlab.

7. На сейсмостойкость домов существенно влияет появления трещины и различного рода несовершенства. Причинами образования трещин в малоэтажных домах, построенных из местных материалов в основном, являются усадка, температурные напряжения, осадка здания и т.д.

ГЛАВА 2. НАТУРНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ И РАЗРУШЕНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ГЛИНОБИТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В республике ведется научно-исследовательская и практическая работа в области сейсмостойкого строительства. В широких масштабах выполняются теоретические и экспериментальные (натурные и модельные) исследования, уточняются принципы проектирования и методы расчета, совершенствуются нормативные документы и разрабатываются новые эффективные конструкции сейсмостойких зданий и сооружений. Первоочередной задачей исследований и проектных разработок является обеспечение сейсмостойкости наиболее массовых объектов строительства - гражданских и промышленных зданий.

Согласно исследованиям научно-исследовательского и проектного института сейсмостойкого строительства Кыргызской Республики по выявлению устойчивости к землетрясениям жилых зданий, построенных гражданами по своему усмотрению в сельской местности и вокруг города Бишкек, сейсмостойкие дома составили всего 10 %.

Соответствующие уровни надежности достигаются за счет различных затрат на создание конструкции и приводят к неодинаковому числу отказов в процессе эксплуатации и соответственно к различным уровням ущерба. Для снижения затрат на создание сооружения следует уменьшить надежность, а для снижения затрат на эксплуатацию необходимо эту надежность повысить. Разумным удовлетворением этих противоречивых требований является некий "целесообразный уровень надежности", по возможности близкий к практически достаточно трудноопределимому ее "оптимальному" уровню. Тогда целью проектирования является создание строительной конструкции с необходимым целесообразным уровнем надежности, т.е. с определенным заданным риском отказа. Такой уровень должен устанавливаться нормами проектирования.

Научные разработки определили уровень нормирования расчетов. Заложенные в системе СНиПов принципы нормирования, регламентирующие

правила расчета строительных конструкций на основе метода предельных состояний, развивались в большей степени стихийно, поэтому отсутствие общей теоретической базы приводит к тому, что конструкции проектируют с уровнем надежности, который колеблется в широких пределах. Вместе с тем как указана выше, в нормативных требованиях должны быть также указания о способах определения проектных параметров конструкций с заданным уровнем надежности, а также представляется уместным наряду с понятиями «несущая способность» и «эксплуатационная пригодность» ввести понятие «живучесть». Необходимо сформулировать вероятностную методику нормирования правил расчета, содержащую общие алгоритмы определения расчетных параметров различных конструкций объектов строительства.

Практически все объекты, которые строятся силами местного население, жилые дома и здания, построенные преимущественно из глинистых материалов и без соблюдения норм сейсмостойкости, при сильных землетрясениях полностью разрушены. Проведенное специалистами института «ГИССиИП сейсмостойкого строительства» и магистрантами кафедры «ПВЗиСС» предварительное инженерное обследование разрушенных и уцелевших зданий в селе Нура показало, к чему могут привести действия граждан, не соблюдавших в процессе возведения своих домов и объектов соцкультбыта, норм сейсмостойкости. В основном здания возводятся традиционным методом - с применением строительных изделий из глинистых материалов. К сожалению, процесс строительства новых объектов соцкультбыта продолжается в том же виде, примером служат – жилмассивы г. Бишкека и в особенности отдаленные районы. Кроме того, существующие здания изначально имеют повреждения, причиной которых может быть, как правило, некачественная эксплуатация построенных домов. Многие здания в начальной стадии до землетрясений получают существенные повреждения. Например, из-за неорганизованного водостока, неправильного устройства перекрытия (сочетания железобетонных элементов и деревянных конструкций) за счет просадки и осадки фундамента из-за не учета грунтовых условий и т.д.

Здесь следует, к сожалению, констатировать очень слабое, а иногда и полное отсутствие обеспеченности строительства соответствующей проектной документацией. В этом смысле, индивидуальным застройщиком, в лучшем случае, разрабатывается только лишь план здания. Такая «проектная документация», с точки зрения обеспечения сейсмостойкости проектных решений, никакими компетентными организациями не рассматривается и не регистрируется. И, как следствие, большинство жилых домов, возведенных в частном секторе индивидуальными застройщиками, не соответствуют требованиям действующих норм проектирования КР по целому ряду параметров. На недостаточном уровне находятся вопросы обеспечения безопасности эксплуатации зданий.

В связи с этим особое значение приобретает проблема контроля технического состояния зданий и сооружений с целью предупреждения возникновения аварийных ситуаций и обоснованности выбора комплекса инженерных мероприятий по их недопущению. При этом очевидно, что контроль технического состояния несущих конструкций должен носить систематический характер с возможностью осуществлять оценку происходящих изменений на основе количественных критериев, т.е. базироваться на процедурах выявления соответствия фактической прочности, жесткости и устойчивости конструктивных элементов нормативным требованиям.

2.1. Краткий аналитический обзор разрушительных землетрясений в КР и за его пределами.

Сильные землетрясения принадлежат к самым разрушительным явлениям природы. Они всегда внушали панический страх и оставляли глубокий след не только в природе, но и в народных преданиях. Каждая цивилизация создавала свое сверхъестественное объяснение природы землетрясений. Согласно древней японской легенде, Японские острова держатся на спине огромного сома, движения которого заставляют Землю содрогаться. Индейцы в Северной

Америке говорят, что Землю несет на себе гигантская черепаха, и Земля вздрагивает каждый раз, когда черепаха переваливается с ноги на ногу. В некоторых странах Азии вину сваливают на лягушку, в Индии - на гигантского крота, в Китае – на подпирающего Землю быка, в русских летописях – на огромного кита. По преданиям туркменского народа, чудовищный дракон идет по земле, и тогда деревья с треском ломаются, и земля сотрясается. В грузинском эпосе говорится о прикованном к скале великане Амиране, который сотрясает землю, стараясь разорвать свои цепи [22].

Из огромного числа происходящих ежегодно землетрясений, только одно имеет магнитуду равную или более 8, десять - 7-7,9, сто - 6-6,9. Всякое землетрясение с магнитудой свыше 7 может стать крупной катастрофой. Великое Тянь-Шаньское землетрясение - стихийное бедствие, которое произошло 28 июля 1976. Оно считается самым большим землетрясением XX века по количеству погибших. Эпицентр землетрясения находился недалеко от индустриального города Тянь-Шань в провинции Хэбэй. Тянь-Шаньское землетрясение согласно официальным данным стало причиной гибели 242 419 человек, согласно другим источникам количество погибших было в три раза больше. Следует заметить, что население Тянь-Шаня на момент землетрясения оценивалось примерно в 1,6 млн. человек. Так как город был полностью уничтожен, можно смело утверждать, что фактическое количество погибших должно было быть намного выше.

За последнее столетие произошло очень много землетрясений на всем земном шаре, повлекших за собой многочисленные жертвы и разрушения, некоторые из них перечислим, наиболее крупные землетрясения XX века на территории странах СНГ и зарубежных стран.

7 декабря 1988 года в Армении произошло мощное землетрясение, названное Спитакским по наименованию города, полностью стертых с лица Земли. Тогда за несколько секунд погибло более 25 тысяч человек, а несколько сот тысяч получили ранения. **Ашхабадское землетрясение в ночь с 5-6 октября 1948 г.** унесло более 100 тысяч жизней. **В Китае в 1920 году** погибло 200 тысяч

человек, **в 1923 году в Японии** – более 100 тысяч. Примеров катастрофических землетрясений, повлекших за собой большие жертвы, очень много. Например, в 1906 году в Сан-Франциско, в 1908 году в Сицилии, в 1950 году в Гималаях, в 1957 году в Западной Монголии и в 1960 году в Чили. В 1967 году 250 тысяч человек стали жертвами очень сильного Тянь-Шаньского землетрясения в Китае. 3100 человек погибли при землетрясении в 1980 году в Италии, 2500 – в 1981 году в Иране.

В Японии городе Кобе, произошло землетрясение утром во вторник 17-января 1995 года в 05:46 местного времени. Его моментная магнитуда составила 6,9 вызвав пожары, опустошившие целые кварталы и повлекшие человеческие жертвы. Очаг землетрясения был расположен под островом Авадзи на глубине 15-20 км, и был связан с тектоническим разломом, проходящим в проливе Акаси прямо под городом. По подсчётам, во время землетрясения погибло 6434 человека (Kobe City Fire Bureau (January 17, 2006). Дата обращения: 25 мая 2008г.). Последствия стихии: разрушение 200 000 зданий, 1 км скоростного шоссе Хансин, уничтожение 120 из 150 причалов в порту Кобе, нарушения электроснабжения города. В 1994 году – мощные подземные толчки сотрясали Сан-Франциско, обрушив автомобильные эстакады. Трагедией обернулось землетрясение на севере Сахалина в 1995 году в Нефтегорске, когда рухнули несколько зданий, под обломками которых погибли 2 тысячи человек. 28 февраля 1997 года в городе Ардебиль (северо-запад Ирана) 1100 погибших. 10 мая 1997 года провинция Хорасан, северо-восток Ирана, погибли 1570 человек.

Зимой 1998 года мощное землетрясение обрушилось на Афганистан, погибли более 4500 человек. 29 августа 1999 года 14095 человек погибли, 27234 человека считаются пострадавшими, в результате землетрясения в Турции (эпицентр в городе Измит на побережье Мраморного моря в 80 км от Стамбула).

Этот список можно продолжать бесконечно, т.к. землетрясения разной силы и в различных районах земного шара происходят постоянно, нанося огромный материальный ущерб и приводя к многочисленным жертвам.

Поскольку в странах СНГ, в существовании СССР, все нормативные документы были едиными, поэтому подробно остановимся происшедших землетрясений.

Верненское землетрясение – 8-июня 1887г с магнитудой - 7.3, сила землетрясения достигала 9-10 баллов. Форшок интенсивностью 5 баллов, спустя 5 мин подземный гул и сильные толчки, г. Верный полностью разрушен. Многочисленные трещины оползни и поверхностные сдвиги, около 400 повторных толчков в течение года. Погибло 330 человек [9].

- 11- июля 1889г с магнитудой - 8.3, интенсивность в эпицентре составила 10 баллов. Разрушено около 3000 построек, реки Тюп и Джергалан изменили первоначальное направление, погибло много людей и скота, ощущалось даже в Павлодаре (960км). Между селениями Ойтал и Созановка образовались трещины шириной до 5 м, береговая полоса осела уступами в виде гигантской лестницы, били фонтаны из песка и воды высотой до 2 аршинов. Два года продолжались афтершоки. Образовалось много громадных осыпей и обвалов.

По сбору и классификации данных литературных источников по инженерному анализу последствий произошедших в Кыргызстане и Ферганской долине землетрясений были проанализированы результаты исследований, проведённых Таджикской комплексной сейсмической экспедицией Института физики Земли АН Россия, совместно с АН Кыргызстана и Институтом математики АН Узбекистан (1957–1958 гг), проводила «Изучение региональной сейсмичности бассейна р. Нарын», в том числе восточной части Ферганской долины. Используя эти материалы и данные стационарной сети Средней Азии за 1950–1956 гг., Е.М. Бутовская и др. [140] построили карту сейсмической активности Ферганской долины.

Среди землетрясений до 1960 г. макросейсмическое обследование было проведено только для Андижанского землетрясения 1902 г. (Ф. Чернышев и др., 1910), в результате чего построена детальная карта изосейст, на которой четко охарактеризовано влияние грунтовых условий и уровня грунтовых вод.

Андижанское землетрясение – катастрофическое землетрясение, произошедшее 2(16)-декабря 1902 года. Количество погибших около 4500

человек. Землетрясение состояло из трех примерно равных по силе толчков: первый - с магнитудой 8 – 9; второй, самый мощный по силе толчок, с магнитудой 9 – 9,5; через 30 минут после первых двух последовал третий толчок, - с магнитудой 8. В результате землетрясения было разрушено 11 тысяч зданий местного типа и 161 здание европейского типа. Уцелело лишь три здания европейской архитектуры: городская православная церковь, тюрьма и здание городского банка. Число погибших составило 4602 человека, что составляет около 9% от численности жителей города в 1902 году [119]. Площадь наибольших разрушений этого 9-балльного землетрясения была небольшой и включала г. Андижан и его пригороды ($M \approx 6,4$; $H \approx 10$ км). Размеры очаговой области совпадали с площадью максимальных разрушений.

Кырккольское землетрясение 1907 г произошло в долине р. Кырк-Коль, в 30 км юго-западнее г. Ош ($M=5,7$, $H=10$ км). Интенсивность в Андижане составила 5 баллов. Наибольшие разрушения произошли в районе разрывов, входящих в систему Южно-Ферганского разлома.

Кеминское землетрясение 1911г. 3-января с магнитудой – 8.2-8.3, интенсивность в эпицентре составила 10-11баллов. Колоссальных размеров обвалы (в Чон-Каинды высотой до 400м), откалывание отдельных скал, разрывы общей длиной 200км, вдоль разрывов смещения по вертикали до 8м (Ойтал). В результате которого погибло более 1500 чел., были разрушены посёлки в долине реки Чон-Кемин и на северном берегу озера Ысык-Куль. Протяжённость зоны крупных нарушений земной поверхности (трещины, обвалы, оползни и др.) достигла 250 км. Отмечались качание висячих предметов и остановка часов в Омске, Томске и др. городах на расстояниях 1000 км. Вовремя Кеминского землетрясения погибло 452 человека [24]. Подобные жертвы считаются незначительными, поскольку при проявлении землетрясений, с магнитудой $M > 8$ в густо населенных районах количество погибших может исчисляться десятками и сотнями тысяч. Вот как описано это событие в докладе одного из основоположников современной сейсмологии, Б.Б. Голицына « ...точно так же, как и Верненское (землетрясение 9 июня 1887 г), началось в 4ч. 40 мин. утра по

местному времени. После прихода поперечной волны приборы (установленные на станции Пулково – примечание авторов) приобрели такую амплитуду размаха, что гальванометры вышли из строя, а у маятника с механической регистрацией выпала стальная игла. ... За два дня до этого большого землетрясения, а именно 1 января 1911 г., в той же области произошло два более слабых землетрясения, примерно в 10:24 и 15:05. Во многих районах Европейской части России в ночь с 3 на 4 января остановились маятниковые часы. В городе Верном не уцелело ни одно здание: глинобитные дома полностью разрушены, каменные дома получили трещины. Образовались глубокие разрывы почвы на земной поверхности. На правом берегу Алматинки наблюдались оползни. В самом Верном и близ лежащих станицах было убито 44 и ранено 100 чел. С Алматинского пика обрушивались большие скалы и отбрасывались к северу. В хр. Заилийский Алатау произошли обвалы, под которыми были погребены люди и скот. На северном берегу Иссык-Куля пострадало много деревень, среди них Сазоновка, Алексеевка, Фольбаумское, Михайловка и др. Относительно характера колебаний почвы большинство сообщений сходится в том, что это землетрясение было волнообразным движением, закончившимся вертикальными толчками (со слов очевидца: поверхность земли выглядела как горбы бегущего верблюда). Почти во всех сообщениях отсутствуют данные о подземном гуле, который был слышен в 1887 г. и вызвал тогда большую панику» [35]. Кеминское землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками. В течение полугода в г. Верном ощущались постоянные подземные толчки (всего более 300 землетрясений). Наиболее сильные из них произошли 9, 12 и 14 января 1911 г. В результате афтершока 14 января 1911 г. около поселка Талгар произошел обвал скальных пород высотой 14-20 м. Длина его составила 1700-1800 м, при ширине - 80-100 м. [141]. Спустя несколько месяцев после данного сейсмического события эпицентральная область Кеминского землетрясения обследовалась группой геологов под руководством профессора горного института К. И. Богдановича.

Сарезское землетрясение 1911г. 18-февраля, с магнитудой – 7.1, интенсивность в эпицентре составила 9 баллов. Глубина очага 70-75 км. Обрушение громадного блока горных пород с правого борта р. Мургаб вызвало образование двух озер - Сарезского и Шапау. Погибло 140 чел.

Первое Куршабское землетрясение произошло 6-июля 1924 года. Интенсивность в эпицентре составила 7 баллов. В литературе приводится макросейсмическое описание Куршабского землетрясения, которое произошло на территории Куршабской, Узгенской, Андижанской и Яссинской волостей. Центр его находился в районе Куршаба, сильно разрушенного в течение нескольких минут. Первый сильный толчок, произошел 6 июля. На людей это землетрясение произвело впечатление сильной волны, с гулом прокатившейся под землей; в результате все предметы упали в одну сторону. О направлении сейсмической волны какие-либо точные сведения отсутствуют. Сила землетрясения, очевидно, достигала 9-10 баллов. Отмечается, что после сильного удара 6 июля, произошедшего внезапно, без каких-либо предшествовавших колебаний, незначительные толчки, постепенно ослабевая, продолжались до 12-июля.

Второе Куршабское землетрясение произошло 12-июля того же года. Интенсивность в эпицентре составила 8 баллов [119]. Эти два землетрясения можно рассматривать как одно, происшедшее в два приема 6 и 12-июля. Заметный удар ощущался только 12-июля в 12 часов, а в 20 часов возник второй толчок, оказавшийся роковым для Куршаба. Он сопровождался сильным подземным гулом и длился около двух минут.

В результате землетрясения в кирпичных домах Куршаба разошлись и, во многих случаях, обрушились стены. Устойчивыми оказались каркасные постройки, хотя были разрушены и они. Глинобитные здания пострадали меньше. Строения, вытянутые с юга на север, сохранились лучше, чем расположенные в направлении с востока на запад. Сохранность домов зависела также и от того, на каком грунте, сыром и сухом, они были построены. В последнем случае, разрушения были более значительными, чем в первом. На

сухих местах образовалось много довольно узких трещин, а к югу от селения произошел оползень меридионального направления. За два или три дня до катастрофы сильно поднялась температура воздуха, уровень воды в колодцах повысился и оставался высоким после землетрясения. В реке Куршаб после катастрофы замечено помутнение воды. Вытекавший из реки магистральный арык обвалился. Колебания почвы, постепенно ослабевая, продолжались еще долгое время [119]. Селение Куршаб превратилось в груды развалин, к югу от селения сошел оползень, поднялся уровень воды в колодцах. Разрушено 1729 построек, 26 человек погибло.

Наманганское землетрясение 1927г. 12-августа, с магнитудой – 6.0, интенсивность в эпицентре составила 8 баллов. По берегам р. Сыр-Дарья обвалы, около Чартака образовалась трещина, из которой пошла вода. Разрушено 1461 жилые дома, погибло 35 человек.

Гармское землетрясение 1941г. 20-апреля, с магнитудой – 6.4, интенсивность в эпицентре составила 9 баллов. С горных склонов долин р. Ясман и Камароу 10 крупных каменных и земляных обвалов. Подземный гул, разрушения в 60 селениях, погибло 700 человек.

Чаткальское землетрясение 1946г. 18-февраля, с магнитудой – 7.5, интенсивность в эпицентре составила 9-10 баллов. На площади 1500кв.км разрушены все постройки, сильно пострадали здания и сооружения в Оше, Джалал-Абаде, Ташкенте, Андижане и других городах. Крупные обвалы коренных пород, срывы суглинков, которые перегораживали реки, трещины длиной до 300м и шириной до 30м, оползни.

Хаитское землетрясение 1949г. 10-июля, с магнитудой – 7.4, интенсивность в эпицентре составила 9-10 баллов. Громадные обвальные, оползневые и селевые явления, в зоне длиной 65 км, в пути уничтожали все, погребая под собой селения. Погребены пос. Хаит и 32 селения. На поверхности речных террас и на горных склонах крупные трещины. Перед землетрясением вертикальный толчок с гулом. Погибло 20 тыс. человек.

Сонкульское землетрясение 1958г. 8-октября, с магнитудой – 5.2, интенсивность в эпицентре составила 6-7 баллов. Ощущали в виде резкого толчка с сильной тряской. С гор падали камни величиной с трактор, скала дала трещину, осыпи и камнепады. Трясло юрту. Деревянные дома сильно раскачивались, скрипели и покосились. Глинобитные дома дали трещины. Обвалилась известка.

Сары-Камышское землетрясение 1970г. 5-июня, с магнитудой – 6.8, интенсивность в эпицентре составила 8-9 баллов. Множественные срывы, трещины шириной до 1,5 м, массовые обвалы и оползни. В некоторых местах выкорчеваны большие деревья, вершины других сломаны. Во многих домах оседание или проваливание крыш, разрушение стен, выпадение углов зданий. Землетрясение предварялось форшоком, отчего люди выбежали на улицу, по этой причине погибло только 2 человека.

Куршабское землетрясение 1974г. 20-февраля, с магнитудой – 4.9, интенсивность в эпицентре составила 6-7 баллов. Гул подобный камнепаду, качались большие деревья. В зданиях из сырцового кирпича сквозные трещины, из жженого кирпича -трещины, откалывание штукатурки.

Исфара-Баткенское землетрясение 1977г. 31-января, с магнитудой – 6.3, интенсивность в эпицентре составила 7-8 баллов. Гул, вертикальный толчок с горизонтальными колебаниями, свечение над горизонтом. В эпицентральной зоне почти все дома повреждены, многие дома из "гуваляка" обвалились полностью. Трещины шириной до 1 м.

Жаланаш-Тюпское землетрясение 1978г. 24-марта, с магнитудой – 7.0, интенсивность в эпицентре составила 8-9 баллов. В плейстосейстовой области обвалы, камнепады, массовый сход снежных лавин, некоторые валуны переместились почти на ровном месте, в домах из кирпича сырца сквозные трещины, частичное обрушение, в грунтах трещины шириной до 10 см.

Дараут-Курганское землетрясение 1978г. 1-ноября, с магнитудой – 6.8, интенсивность в эпицентре составила 8-9 баллов. В плейстосейстовой зоне сейсмдислокации, небольшие обвалы, камнепады, осыпи, в ледниковых

отложения воронки диаметром 3-25 м из-за обрушения подземных галерей. Большое количество афтершоков. Местность малонаселенная, пострадали кошары, населенные пункты.

Назарбекское землетрясение 1980г. 11-декабря, с магнитудой – 5.3, интенсивность в эпицентре составила 8 баллов. Основной толчок сопровождался сильным подземным гулом и свечением атмосфере. За ним последовала серия афтершоков. В стенах многих домов из сырцового кирпича сквозные трещины, выпали части стен, некоторые дома обрушились. На лессовых грунтах многочисленные трещины шириной до 3см.

Алайское землетрясение 1983г. 16-декабря, с магнитудой – 6.1, интенсивность в эпицентре составила 7- 8 баллов. Две плейстосейстовые области. Одна у подножья пиков, деформации в виде снежных обвалов. Другая охватывает населенные пункты, в домах из кирпича-сырца трещины, иногда с обрушением частей стен. В 6-ти балльной зоне в домах сквозные трещины. В одном роднике исчезла вода, в другом понизилась на пол метра.

Кайраккумское землетрясение 1985г. 13-октября, с магнитудой – 6.0, интенсивность в эпицентре составила 8 баллов. Резкие, сильные вертикальные толчки, затем горизонтальные колебания, сопровождаемые гулом. Повреждены мелиоративные сооружения, дорожное полотно, деформирована дамба и береговые сооружения. Многочисленные оползни, обвалы, трещины, кратеры фонтанирования. В зданиях их жженного кирпича без антисейсмических мероприятий трещины шириной до 15 см, обрушение перегородочных стен, иногда с повреждением подвалов и фундамента.

Байсоорунское землетрясение произошло 12 ноября 1990г., глубина очага около 25 км, с магнитудой- 6.3, интенсивность сейсмического воздействия в эпицентре достигла 8 баллов, в Тюпе и Ананьево - 7 баллов, Чолпон-Ате и Кароколе- 6 баллов [118].

Кочкор-Атинское землетрясение 1992г. 15-мая, глубина очага около 3-5 км, с магнитудой – 6.3, интенсивность в эпицентре составила 8 баллов. Землетрясение сопровождалось значительными афтершоковой активностью, за

период с 15 мая по 12 июня 1992г. зарегистрировано 245 афтершоков. Наибольшие повреждения домов из самана, кирпича-сырца и глинобитные - многие обвалились полностью, в некоторых отваливались 1-2 стены, в грунтах трещины. Около ручья Кара-Джигач воронка оседания диаметром 5м, цистерна емкостью 3тыс. литров в момент землетрясения подброшена на высоту 30 см.

Суусамырское землетрясение 1992 г. 19-августа, с магнитудой – 7.5, интенсивность в эпицентре составила 9-10 баллов. Началось с сильного подземного гула, как будто произошел взрыв. Гул, шум, треск были настолько сильными, что не было слышно, как падали домашние вещи, дымоходные трубы, печи, разваливались стены и крыши домов. Сотрясение почвы подбрасывало людей сидящих на земле, а вставшие не могли устоять, по земле пробегали волны, наблюдались фонтаны высотой до 15 м, "выстрелы" скальных пород диаметром 0,5 м, некоторые участки дороги просели, а на других образовалась волнообразная поверхность. Массовые обвалы, оползни и камнепады, многочисленные трещины. Образовался сейсмосрыв и волнообразное поднятие с амплитудой 2,7 м.

Нуринское землетрясение 2008 г. 5-октября, с магнитудой – 6.6, интенсивность в эпицентре составила 8 баллов. Полностью разрушен поселок Нура, 74 человек погибло.

Кадамжайское землетрясение 2011 г. 20 июля, село Кан Кадамжайского района Баткенской области. Два подземных толчка силой 8 баллов по 12-балльной шкале MSK-64, ощущалось жителям четырех стран. Эпицентр землетрясения находился юго-восточнее села Кан (Советский). В Узбекистане, где, по оценкам МЧС, погибли 13 человек.

Проведен инженерный анализ последствий произошедших сильных землетрясений, в частности, первый в с. Нура Ошской области 5 октября 2008года и второй, в село Кан Кадамжайского района 20-июля 2011 года.

2.2. Обследование состояния малоэтажных домов, построенных из местных материалов

В первые годы независимости республики были допущены отдельные нарушения и отклонения от требований норм сейсмостойкого строительства. Если при строительстве высотных жилых домов действуют какие-то меры контроля, то при возведении индивидуальных жилых домов даже минимальные нормы во многом не соблюдаются. Это явилось основной причиной массовых разрушений жилых домов, построенных из местных глиняных материалов, даже при относительно слабых землетрясениях.

Сложившаяся проблема в сфере строительства и эксплуатации жилого фонда Кыргызстана требует более детального исследования, мониторинга и выработки конструктивных решений. Одним из методов решения данной проблемы, создавать (изготовить) натурные модели типовых жилых зданий и экспериментально исследовать их безопасность на сейсмоплатформе. Модели нужно строить и испытывать на основе научно обоснованной методики моделирования.

На сейсмостойкость домов существенно влияет появления трещины и различного рода несовершенства. Причинами образования трещин в малоэтажных домах, построенных из местных материалов в основном являются усадка, температурные напряжения, осадка здания и т.д. При обнаружении трещин необходимо выяснить причину образования трещин, измерить их величину и установить наблюдения за их состоянием. Простейшим методом контроля за раскрытием трещины является установка за расчищенную поверхность с обеих сторон трещины гипсовых маяков.

Стабилизированные трещины в зависимости от величины их раскрытия заделывают с поверхности раствором того же материала набрызгом или под давлением. Если в процессе проверки установлено, что раскрытие трещины продолжается, что может являться деформацией несущих и ограждающих конструкций здания, то должны разработать проект усиления.

2.2.1. Натурный инженерный анализ последствий землетрясения в с. Нура Ошской области 05.10.2008 г.

5-октября 2008 года в 21:52 по местному времени в Алайском районе Ошской области Кыргызской Республики произошло сильное землетрясение, с эпицентром близ села Нура. Село Нура расположено в Памирской зоне, которая всегда отличалась повышенной сейсмической активностью, здесь подобные землетрясения были зарегистрированы в период с 1976 по 1978 годы. Из-за стихийного бедствия разрушено 144 здания. Погибло 75 человек, в том числе 42 ребёнка. Госпитализировано 93 ребёнка, 7 из которых в возрасте до 1 года. Всего в больницы поступило 142 пострадавших. Сотрясениями была охвачена обширная территория, включающая Ошскую, Баткенскую, Джалал-Абадскую, Нарынскую области Кыргызстана и приграничные районы Узбекистана, Таджикистана и Китая.

По комплексу прогнозных сейсмических параметров в 2007 г. был дан прогноз сотрудниками ИС НАН ожидаемого сильного землетрясения в 2008-2009 гг. в Алайском районе Ошской области, который подтвердился Нура-Алайской сейсмокатастрофой 5 октября 2008 г. [79].

В основном все объекты села Нура, были построены местным населением преимущественно из глинистых материалов и без соблюдения норм сейсмостойкости, которые полностью разрушены. Например, дома, построенные из кирпича-сырца разрушены полностью (152 строения) рисунок 2.1.





Рисунок 2.1 - Село Нура после землетрясения.

При этом, деревянные щитовые дома повреждены незначительно, как видно на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 - Деревянные щитовые дома после землетрясения.

В здании больницы из жженого кирпича образовались сквозные трещины, поврежден железобетонный мост через реку Нура.



Рисунок 2.3 - Здания больницы, построенного из жженого кирпича, после землетрясения.

На асфальтовой дороге южнее и севернее моста образовались серии трещин шириной до 5 см, сопровождающиеся образованием складок «застывшей волны» деформации и повторяемостью через каждые 90 м, а между ними наблюдались сравнительно мелкие трещины шириной до 1 см и повторяемостью через каждые 30 м [1] на рисунке 2.3.



Рисунок 2.4 - Трещины на асфальтовой дороге и на поверхности, после землетрясения.

2.2.2. Инженерный анализ причин и последствий землетрясения

20.07.2011г., село Кан Кадамджайского района

20-июля 2011 года в селе Кан Кадамджайского района Баткенской области произошло землетрясение силой 8 баллов по 12 балльной шкале MSK-64. Самый большой ущерб понес Узбекистан, где погибли 13 человек, 86 гражданам была оказана первая медицинская помощь, а у нас в КР зафиксировано частичное разрушение 83 зданий по Кадамджайскому району. Отмеченное землетрясение было зарегистрировано в ночь на 20 июля 2011 года в 00:35 по местному времени. Эпицентр его находился в 235 км (юго-восточное направление) от г. Ташкента на границе Узбекистана и Кыргызстана [123]. По отношению к городу Фергане эпицентр землетрясения находился в 42 км. Интенсивность землетрясения в эпицентре составила 6.5 – 7.0 баллов. По данным сейсмостанции «Ташкент» на территориях Андижанской и Ферганской областей было зарегистрировано землетрясение силой 5.0 баллов, в Наманганской области - 4.0 балла, в Ташкент - те - 5.0 баллов. Магнитуда данного землетрясения, составившая по данным сейсмологов 6.1 - 6.2, оказалась практически равной его интенсивности (6.5 - 7.0 баллов), что объясняется глубиной его очага (гипоцентра), приуроченного к Большому Ферганскому разлому.

По результатам проведенного академиком Т.Р. Рашидовым [122, 123, 164] исследования землетрясения 20.07.2011 г., практически все здания государственного сектора, возведенные в различные периоды, не получили каких-либо серьезных повреждений. Наиболее пострадавшие здания были в районах Ферганской области (Багдадский, Риштанский и Узбекистанский). При этом, наибольшие повреждения получили жилые здания в частном секторе, возведенные индивидуальными застройщиками [116, 123]. Для сравнения, в результате наших исследований по классификации типов несущей конструктивной системы индивидуальных жилых домов, построенных из местных материалов в зависимости от региональных особенностей в условиях КР, разработаны и созданы 4 модели дома [5]. Жилая застройка сельских населенных пунктов Ферганской области представлена в основном тремя

традиционными типами национального жилья, кроме домов с железобетонным каркасом и заполнением из глиноматериалов:

а) зданиями со стенами из сырцового кирпича или дома, стены которых возведены из кирпича-сырца или блоков правильной формы - конструктивное решение и повреждения здания со стенами из сырцового кирпича при землетрясении как видно на рисунке 2.5. - отсутствуют антисейсмические пояса и элементы усиления стен – сердечники - выступающие из фундамента по краям дверей и окон две арматурные конструкции заделываются в круговой пояс и с помощью опалубки также заливаются бетоном; отсутствуют обрамления проёмов.



Рисунок 2.5 - Повреждения здания со стенами из сырцового кирпича при землетрясении 20.07.2011 г.

б) зданиями с каркасами «сынч» или дома с деревянным каркасом и заполнением из глиноматериалов («сынчевые» дома). Повреждения являются следствием неправильной организации решетки сынчевого каркаса, отсутствия связевых брусов в уровне низа и верха оконных проёмов (перемычек), шарнирно-подвижных соединений, не воспринимающих горизонтальные сейсмические воздействия, стоек каркаса с несущими балками покрытия (рисунок 2.6.).



Рисунок 2.6 - Повреждения стен сынчевых домов при землетрясении
20.07.2011г.

Сынчевые каркасы фронтонов и щипцовых стен выполнены с нарушением организации решетки сынчевого каркаса и некачественным его заполнением грунтовыми материалами (рисунок 2.7.).

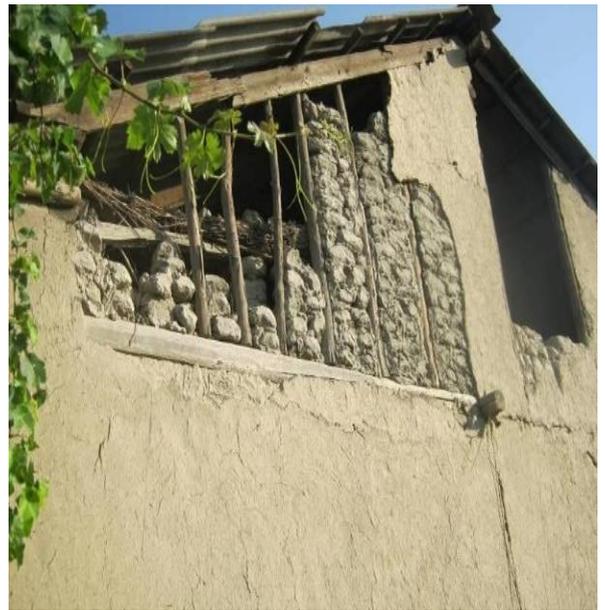


Рисунок 2.7 - Сынчевые каркасы фронтонов и щипцовых стен.

в) зданиями со стенами из пахсы или дома, стены которых возведены из глинобита или глиноматериалов неправильной формы («Сокмо» или «Пахсы»). Здание со стенами из пахсы старой постройки - щипцовая стена возведена не полностью и выполнена из гуваляка; антисейсмические мероприятия по усилению стен отсутствуют; фундамент не заглублен и выполнен из камней окатанной формы; гидроизоляция отсутствует (рисунок 2.8.).



Рисунок 2.8 - Здание со стенами из пахсы.

Здание со стенами из пахсы современной постройки - антисейсмические мероприятия по усилению стен отсутствуют; ширина простенков достаточна, но требуемая величина опирания перемычек не соблюдена; фундамент не заглублен и выполнен из камней окатанной формы; гидроизоляция выполнена из рубероида (рисунок 2.9.).



Рисунок 2.9 - Здание со стенами из пахсы гидроизоляция выполнена из рубероида

В некоторых зданиях со стенами из пахсы современной постройки - имеется обвязочный пояс из монолитного железобетона, но антисейсмические мероприятия по усилению стен отсутствуют; ширина простенков достаточна; требуемая величина опирания перемычек соблюдена; фундамент выполнен в монолитном бетоне, но не заглублен; гидроизоляция выполнена из рубероида (рисунок 2.10.).



Рисунок 2.10 - Здание со стенами из пахсы современной постройки

В соответствии с составленной классификацией, по всем территориальным единицам преобладают и выделяются индивидуальные жилые дома со следующими типами несущих конструктивных систем (рисунок 2.11): - здания со стенами из сырцового кирпича (40%); - здания с каркасами типа «сынч» (34%); - здания со стенами из жженого кирпича (15%); - здания со стенами из пахсы (10%); - деревянно-щитовые (так называемые «финские») дома (1%) [122].

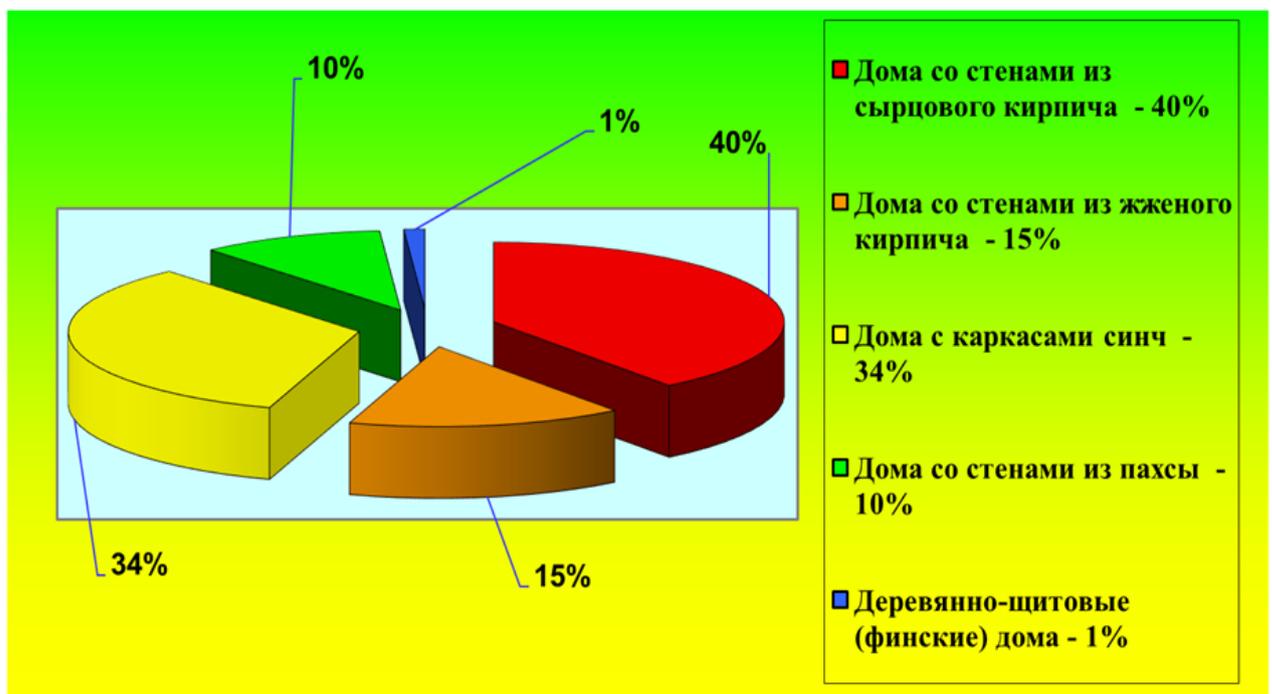


Рисунок 2.11 - Соотношение индивидуальных жилых зданий с различными типами несущей конструктивной системы в общем объеме индивидуального жилищного фонда Ферганской области.

2.3. Основные уязвимые конструкции элементы домов от последствия при землетрясении

Конструкции стоек и покрытий айванов и последствия обрушения их элементов при землетрясении, произошедшего 20.07.2011 г., показаны на рисунок 2.12. Сопряжения стоек с фундаментами и балками покрытия айванов, а также балок покрытия айванов со стенами зданий выполнены шарнирно-подвижными, не рассчитанными на восприятие горизонтальных сейсмических воздействий.



Рисунок 2.12 - Конструктивные решения стоек и покрытий айванов.

На покрытиях зданий с глиняными кровлями и айванах за период их длительной эксплуатации и неоднократных ремонтов, образовался внушительный слой глиноматериалов, который показан на рисунок 2.13, имеющий довольно значительную массу.



Рисунок 2.13 - Конструктивные решения покрытий зданий с глиняными кровлями.

Замена глино-саманных кровель на кровли из асбестоцементных волнистых листов выполнялась без удаления накопившегося слоя глино-саманных материалов на покрытиях, т.е. непосредственно по старым глино-саманным кровлям (рисунок 2.14), поэтому наиболее уязвимыми оказались несущие деревянные балки конструкции покрытий



Рисунок 2.14 - Замена глино-саманных кровель на кровли из асбестоцементных волнистых листов.

Характерное и широко распространённое решение въезда через ворота на территорию индивидуального участка также не устойчивы к сейсмическим воздействиям. Балки покрытия над въездом шарнирно опёрты на внешнюю стену и не имеют с ней надёжных (анкерных) связей, способных к восприятию горизонтальных сейсмических воздействий, как показано на рисунке 2.15.



Рисунок 2.15 - Въезд через ворота на территорию индивидуального участка.

Наиболее уязвимые места сынчевых зданий – это оконные проемы. На рисунке 2.16 показаны повреждения, которые являются следствием неправильной организации решетки сынчевого каркаса, отсутствия связевых брусов в уровне низа и верха оконных проёмов (перемычек), шарнирно-подвижных соединений - не воспринимающих горизонтальные сейсмические воздействия, стоек каркаса с несущими балками покрытия.



Рисунок 2.16 - Повреждения стен сынчевых зданий.

Конструктивное решение и повреждения зданий старой постройки с двойным сынчевым каркасом показаны на рисунке 2.17. Пространство между внутренним и внешним каркасом не заполняется, внутренний каркас состоит практически только из стоек, раскосы отсутствуют, нарушений правил и некачественного заполнения каркаса грунтовыми материалами нет. Внутренний каркас не имеет заполнения грунтовыми материалами и служит для организации встроенных ниш, стеллажей и прочих, при этом на верхние обвязочные брусы внутреннего каркаса опираются несущие балки покрытия.



Рисунок 2.17 - Повреждения зданий с двойным сынчевым каркасом.

По результатам натурного обследования зданий индивидуальной жилой застройки Ферганского региона выполнена оценка их объёмно-планировочных и конструктивных решений с позиций обеспечения сейсмостойкости и соответствия требованиям действующих КМК [49]. При этом были выделены наиболее характерные и часто встречающиеся факты несоответствия требованиям КМК, реализованных строительством объёмно-планировочных и конструктивных решений.

Эти здания, определяемые действующими КМК [49], как здания со стенами из малопрочных материалов, в большинстве своём возведены без соблюдения каких-либо антисейсмических мероприятий, и характеризуются как наиболее уязвимые в сейсмическом отношении: - тип «А» - дома с глинобитными стенами и тип «В» - дома с деревянным каркасом и заполнением его сырцовым кирпичом или гуваляком, в соответствии со шкалой [158]. Кроме того, проведенным анализом был установлен целый ряд характерных несоответствий требованиям КМК [49] и нарушений частными застройщиками элементарных правил, как строительства в целом, так и сейсмостойкого строительства в частности, а также элементарных правил безопасной эксплуатации зданий.

Действующие технические нормы Кыргызской Республики по существу запрещают строительство в сейсмических районах зданий из глинистых материалов, например, СНиПа КР 20-02:2009 [149], СНиПа КР 20-02:2018 введенные в действия с 1-марта 2019г. [143] были изъяты «строительство в сейсмических районах зданий стены из глинистых материалов», которые были введены в СНиП КР 20-02:2004, пункт 6.9 [148]. А, в это же время в Республике Узбекистан действует КМК 2.01.03-96 «Строительство в сейсмических районах», пункт 3.7 [49], как здания со стенами из низкопрочных материалов.

Несмотря на это, индивидуальной застройки в сельской местности Ферганской долины идентичны по своему конструкции. Несмотря на запреты продолжается застройка из местных глинистых материалов в высокогорных районах республики.

2.4. Анализ результатов проведенных обследований дошкольных и школьных учреждений на примере Баткенской области

Кыргызская Республика, являясь горной страной, расположена на территории с уязвимой экосистемой и подвержена риску стихийных бедствий, в особенности, таких как землетрясения, сходы лавин, оползни, засухи. Данные угрозы представляют собой опасность значительных разрушений и человеческих жертв. Учитывая сложную социально-экономическую, политическую ситуацию в стране следует отметить, что степень уязвимость и риска может значительно превышает способность государства своевременно реагировать на стихийные бедствия и проводить последующие восстановительные мероприятия.

В настоящее время на территории республики сложились традиционные виды индивидуального жилищного строительства с применением местных глинистых материалов, объемы строительства которого в последние годы возрастают. Действующие нормы по существу запрещают строительство в сейсмических районах зданий из глинистых материалов. Однако, из-за дефицита материально-технических ресурсов, оно широко практикуется в сельской местности, а это более 80 % населенных пунктов страны. В связи с этим, было разработано учебное пособие [128], но, на сегодняшний день, его необходимо доработать на основе существующих нормативных документов, с учётом объемно-планировочных и конструктивных решений совместно с Госстроем КР. Сделать рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из местных материалов в сейсмических районах КР.

С 2006 года Баткенский и Лейлекский районы вошли в число пилотных районов, где стала осуществляться проектная деятельность ЮНИСЕФ. Местным сообществом в числе приоритетных проблем была названа необходимость технической поддержки в открытии общинных детских садов. Эта идея была полностью поддержана органами местной власти. В Баткенском и Лейлекском районах в рамках проекта ЮНИСЕФ действуют 20 общинных детских центров (рисунок 2.18).



Рисунок 2.18 - Дошкольные учреждения Баткенского и Лейлекского районов.

Кроме того, в рамках этого же проекта в 18 школах района открыты подготовительные классы. Из 38 дошкольных учреждений 13 детсадов и 11 подготовительных классов находятся в Баткенском районе, 7 детсадов и 7 подготовительных классов – в Лейлекском районе [66, 88].

Тяжелое социально-экономическое положение населения не позволяет им строить с использованием жженого кирпича, железобетона и древесины лиственных пород. В результате жилые дома разрушаются при небольших землетрясениях, и большое количество людей погибают под их руинами [98].

В то же время имеются традиционные технологии строительства сейсмостойких домов, которые издревле применялись в регионе Центральной Азии и которые могут быть широко внедрены в современных условиях. Нами были изучены и рекомендованы к широкому внедрению целый ряд традиционных и новых технологий сейсмостойкого строительства с использованием местных материалов.

Недостаточная материальная обеспеченность большей части населения республики, приводит к повсеместному применению местных глиноматериалов для возведения жилья и образовательных учреждений. Основными причинами этому являются дешевизна, доступность, достаточно простая технология

возведения зданий из глиноматериалов и хорошие теплотехнические характеристики.

2.4.1. Оценка безопасности дошкольных учреждений в КР на примере Баткенской области

Таблица 2.1. - Характеристика территории расположения объектов, мнения местных и государственных органов

№	ПК	Детсад	Село	Айыл окмоту	Сей с-ть	груп па.	примечание
1	+	-	Кара-Булак	Кара-Булак	8б	9.6	Двухсмен ПК
2	+	-	Кара-Булак	Кара-Булак	8б	9.7	Двухсмен ПК
3	+	-	Чек	Дара	8б	9.6	Двухсмен ПК
4	+	-	Жаны-Жер	Дара	8б	9.6	Одна смена
5	-	Ак-Тилек	Жаны-Жер	Дара	8б	9.2	Пост. 1 группа
6	-	Ак-Жолтой	Бужум	Кара-Булак	8б	9.7	Пост. и сменные
7	-	Келечек	Чон-Талаа	Торт-Гул	8б	9.4	Сменные ПК
8	+	-	Кара-Бак	Кара-Бак	8б	9.4	Двухсмен ПК
9	-	Наристе	Кара-Бак	Кара-Бак	8б	9.4	Пост. 1 группа
10	-	Барчын	Кызыл-Бел	Кызыл-Бел	8б	9.7	Пост. и сменные
11	-	Жаны-Бак	Жаны-Бак	Самаркандек	8б	9.3	Только сменные
12	-	Нур	Самаркандек	Самаркандек	8б	9.7	Пост и смен. групп
13	+	-	Самаркандек	Самаркандек	8б	9.2	Двухсмен ПК
14	-	Едельвейс	Ак-Сай	Ак-Сай	8б	9.2	Пост и сменные
15	+	-	Ак-Сай	Ак-Сай	8б	9.2	1-сменная группа
16	+	-	Актатыр	Актатыр	8б	2.3	1-смена
17	-	Наристе	Актатыр	Актатыр б/р	8б	2.3	Только сменные
18	-	Байчечекей	Рават	Актатыр б/р	8б	9.6	Одна пост. группа
19	+	-	Рават	Актатыр б/р	8б	9.6	Двухсменный
20	+	-	Кок-Таш	Ак-Сай	8б	9.6	Одна смена
21		Ак-Жолтой	Кара-Булак	Тогуз-Булак л/р	8б	9.2	Пост. и смен.
22	+	Ак-Жолтой	Кара-Булак	Тогуз-Булак л/р	8б	9.2	ПК одна группа
23	+		Ай-Бике	Тогуз-Булак л/р	8б	9.2	Двухсменные
24	+		Тогуз-Булак	Тогуз-Булак л/р	8б	9.6	Двухсменные

25	-	Ай-Кол	Ай-Кол	Тогуз-Булак л/р	86	9.4	Пост. и смен.
26	+	-	Голбо	г.Исфана	86	9.3	Двухсменные
27	+	-	Чымген	г.Исфана	86	9.2	Двухсменные
28	+		Арка-2	Жаны-Жер Л/р	86	2.3	Двухсменные
29	-	Умут	Интернац-л	Кулунду Л/р	86	9.3	2-пост. 2-пг и 2-см.
30	-	Бучур	Ак-Арык	Кулунду Л/р	86	9.6	1-пост. 2-пг и 2-см
31	-	Тынчтык	Ак-Суу	Ак-Суу, Л/р	86	9.3	2-пост. и 3-пг
32	-	Айгул	Катран	Катран, Л/р	86	9.3	2-пост. и 2-смен.
33	-	Лейлек	Коргон	Лейлек, Л/р	86	9.3	1-пост. и 2гр.-смен.
34	-	Лилия	Боз-Адыр	Суу-Башы, Б/р	86	9.3	2гр.-постоянные
35	ПК	-	Каратокой	Суу-Башы, Б/р	86	9.4	ПК – 1 группа
36	-	Бучур	Газ	Кыштут, Б/р	86	9.6	Только сменные
37	-	Жоогазын	Таян	Кыштут, Б/р	86	9.4	Только сменные
38	ПК	-	Андарак	Л/р	86	9.3	ПК – 1 группа

Сейсмическая опасность территории: сейсмичность составляет 8 и более баллов, грунты – непросадочные, уровень грунтовых вод – в основном более 10 метров и в некоторых местах за счет близости к водохранилищам «Төрт-Гүл» она поднимается до 1-1,5 м, например, в с. Кара-Бак, где расположен «ПК» при СШ. им. Б. Байназарова и детсад «Наристе». Карта сейсмической опасности территории Баткенской области показана на рисунке 2.19, а также карта-схема вероятной сейсмической опасности на территории Баткенской области показана на рисунке 2.20.



Рисунок 2.19 - Карта сейсмической опасности на территории Баткенской области.

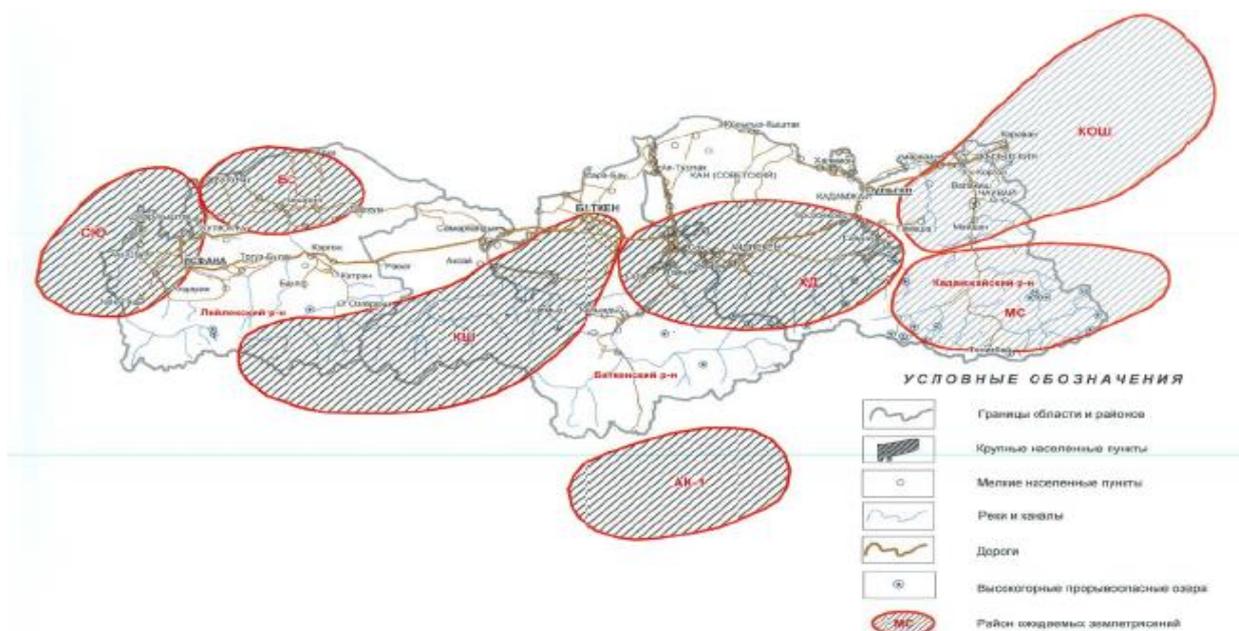


Рисунок 2.20 - Карта-схема вероятной сейсмической опасности на территории Баткенской области.

Мнения представителей местных и государственных органов (по строительству и архитектуре, ГАСК, МЧС):

Необходимо составить первичную документацию на дошкольные учреждения (натурные обмеры, чертежи, общие характеристики зданий, планы эвакуации и грунтово-геологические данные) и провести семинары для заинтересованных специалистов по согласованию вопросов минимизации стандартов дошкольных учреждений КР, в том числе Баткенской области и между государственными органами;

Необходимо разработать план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для каждого здания и проводить подготовительные мероприятия;

Разработать рекомендации по усилению сейсмостойкости дошкольных зданий из (глинистых) грунтоблоков и самана-сырца.

Руководители дошкольных учреждений и представители айыльного округа отмечают о необходимости проведения обучения по эксплуатации зданий и подготовку сотрудников к действиям при ЧС; обучение и повышение осведомленности персонала по подготовке детей к действиям при чрезвычайных ситуациях.

**Нормативные документы КР, на основе которых произведены
визуальные обследования:**

СНиП 22-01-98 КР «Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки» [147].

Например, в зависимости от конструктивных схем здания 38 дошкольных учреждений согласно СНиП 22-01-98 КР [147]:

- 9 зданий – относятся к подгруппе 9.6;
- 9 зданий – относятся к подгруппе 9.3;
- 8 зданий – относятся к подгруппе 9.2;
- 6 зданий – относятся к подгруппе 9.4;
- 4 здания – относятся к подгруппе 9.7;
- 2 здания – относятся к подгруппе 2.3.

СНиП КР 20-02:2009 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования» [149].

Из 38 зданий дошкольных учреждений 13 детсадов и 11 подготовительных классов находятся в Баткенском районе, 7 детсадов и 7 подготовительных классов – в Лейлекском районе. Из них в 8 бальной зоне находятся – 16 детсадов и 15 подготовительных классов, а в более чем 8 бальной зоне находятся - 4 детсада и 3 подготовительных класса. Согласно СНиП все здания должны были возводиться с учетом сейсмостойкого строительства, но визуальное обследование показало, что большинство обследованных зданий не отвечают таким требованиям.

Общее состояние конструкций. В основном здания школ, где находятся подготовительные классы – более-менее соответствуют основным требованиям, за исключением отдельных зданий детских садов, построенных методом «ашара» и из глинистых материалов. Они не соответствуют современным сейсмическим и противопожарным нормам. Во многих зданиях имеются отмокшие, в нескольких зданиях в дефектном состоянии, которые потеряли свое функциональное назначение.

Отсутствуют организованные водостоки атмосферных и талых вод с кровли зданий, если есть, то они не выполняют свое функциональное назначение (см. приложение 1). Например, в с. «Кара-Токой» из-за неправильно организованного водостока произошли просадки грунта и появились видимые трещины в стенах и потолках. Часть здания перекрыта пустотными ж/б плитами, а часть деревянными балками, из-за разности масс произошли просадки грунта. Из-за отсутствия целостности и жесткости горизонтального диска появились трещины в стенах и потолках.

В подготовительном классе при средней школе им. Ш. Ханы в с. «Кок-Таш» Баткенского района имеются дефектные участки кровельного покрытия, часть здания неоштукатурена, фундаменты каменные на глиняном растворе.

Эксплуатационный срок службы многих детских учреждений, построенных из сборно-щитовых конструкций (финский дом) просрочен. Они имеют такой недостаток, как откалывание штукатурки при ходьбе детей. Все это происходит вследствие того, что были нарушены технологии отделочных работ и отсутствуют сетки «рабица». Например, их можно увидеть в подготовительном классе средней школы им. С. Эрматова в с. Кара-Булак, Баткенского района.

Пожарная безопасность. Во многих детских садах и подготовительных классах отсутствуют противопожарные щиты и автоматические выключатели для автоматического отключения поврежденного участка электрической сети, а также планы эвакуации, кроме отдельных пришкольных подготовительных классов (см. приложения 1 и 2). В некоторых дошкольных учреждениях видны оголенные и торчащие электрические провода, например, д/с «Нур» в с. Самаркандек и д/с «Эдельвейс» в с. Ак-Сай Баткенского района.

В зданиях дошкольных учреждений отопление в основном печное (буржуйка), без ограждения, выводы дымовых труб находятся под крышами или под стропилами. Например, в подготовительном классе при средней школе «Кара-Булак» и д/с «Байчечекей» в с. Рават Баткенского района.

Санитарное состояние. Нет систем водоснабжения во всех дошкольных учреждениях (см. приложения 1 и 2). В таких дошкольных учреждениях, как

например, д/с «Лейлек» в с. Коргон, используют арычную воду для приготовления пищи и питья. В д/с «Нур» с. Ак-Сай смежное со спальноей комнатой помещение используется под складское помещение для угля.

2.4.2. Анализ существующих нормативных документов КР

Высокая сейсмичность территории предъявляет особые требования к строительной отрасли республики. В среднем 80 % вводимого жилья представлено частными домостроениями, возводимыми на средства граждан и, в большой степени, с применением местных несейсмостойких и не энергосберегающих строительных материалов и технологий [159].

- *Республиканская программа «Сейсмическая безопасность на 2003-2010 годы»* [129]. Цель программы – повышение сейсмической безопасности зданий и сооружений, а также снижение ущерба от разрушительных землетрясений. Задачами программы были – инженерно-техническое обследование зданий и сооружений и их паспортизация; разработка мероприятий по обеспечению сейсмостойкости эксплуатируемых зданий и сооружений; формирование правовых основ сейсмической безопасности зданий и сооружений; создание республиканского банка данных; определение первоочередных объектов, подлежащих усилению.

- *Республиканская программа «Сейсмическая безопасность на 2012-2019 годы»* [130]. Целями настоящей Государственной программы являлись:

- формирование базы данных зданий и сооружений по уровню сейсмостойкости объектов, согласно нормативным документам;
- совершенствование правовой и нормативной базы в области сейсмической безопасности, системы предупреждения, восстановления и подготовленности населения к землетрясениям на территории республики;
- практическая реализация результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на объектах-представителях (т.е. объектах, конструктивная схема которых наиболее практикуется как для существующих зданий, так и для вновь строящихся), что позволит в последующем переносить

этот опыт на другие объекты. Повышение осведомленности организаций и населения в вопросах сейсмического риска и сейсмозащиты.

Утратил силу в соответствии с [постановлением](#) Кабинета Министров КР от 14 января 2022 года №9.

- Программа и план правительства по переходу Кыргызской Республики к устойчивому развитию (2013-2017 г.г.) [117]. Цель программы – повысить уровень доступности населения к сейсмически безопасному жилью в благоприятной урбанизированной среде и обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности людей за счет улучшения энергоэффективности зданий.

Приоритетные направления, задачи, меры политики.

Создание институциональной структуры, обеспечивающей разработку политики, направленной на поступательное увеличение экономической доступности населения к сейсмически безопасному комфортному жилью, при улучшении энергоэффективности и уменьшении эмиссии углерода зданиями.

- Стратегия развития строительной отрасли Кыргызской Республики на 2020-2030 годы [159]. В Программе развития Кыргызской Республики на период 2018-2022 годы "Единство. Доверие. Созидание" указано: Строительный комплекс является ключевой фондообразующей и системообразующей отраслью. Государственная экономическая политика будет последовательно поддерживать строительный сектор для того, чтобы каждый гражданин мог улучшить свои жилищные условия, и для обновления основных фондов. Усилия государства будут направлены на обеспечение социальным жильем малообеспеченных граждан, оказание частичной поддержки в виде субсидий и сертификатов тем категориям граждан, перед которыми государство имеет обязательства (например, семьям военнослужащих) и создание условий для приобретения жилья, в том числе малоэтажного, работающими гражданами за счет собственных и заемных средств.

При реализации указанной Программы Правительство Кыргызской Республики продолжит политику по созданию условий для обеспечения социальным жильем малообеспеченных граждан.

Для достижения целей в Стратегии определены следующие приоритеты:

- координация деятельности государственных органов, органов местного самоуправления и территориальных органов архитектуры и градостроительства, в части градостроительного развития, обустройства и благоустройства территорий населенных пунктов;

- рациональное и сбалансированное природопользование;

- регулирование инновационных направлений науки, техники и технологий в строительстве;

- обеспечение малообеспеченных граждан социальным жильем;

- обеспечение граждан объектами образования, здравоохранения, культуры и спорта;

- обеспечение культурного и национального своеобразия в архитектуре и строительстве;

- регулирование развития производственного потенциала в строительстве, в производстве строительных материалов, изделий и конструкций.

- ***СНиП КР 20-02:2004 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования» [148]*** - в 6 разделе указаны требования к строительству одноэтажных зданий из глинистых материалов как элементы заполнения. При этом были указаны предельные значения размеров здания в плане и предельная высота зданий – но, он отменен – вместо него действуют - ***СНиП КР 20-02:2009.***

- ***СНиП КР 20-02:2009 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования» [149]*** - в 6 разделе убраны требования к строительству одноэтажных зданий из глинистых материалов как элементы заполнения и введены в пункте 6.1.18 – «Строительство зданий из грунтовых материалов на каркасной основе следует осуществлять согласно рекомендациям или своду правил, разрабатываемым в развитие настоящих норм».

- ***СН КР 20-02:2018 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования» [143]*** от 31 декабря 2018 года № 32-НПА, введен изменение в редакции приказов Госстроя КР от 26 февраля 2021 года № 43-нпа, 28 февраля 2022 года № 50-нпа. При определении значения коэффициента поведения q , в

разделе 7, пункте 7.6.3 значения коэффициента q , приведенные в таблицах 7.8 по конструктивным типам зданий. По порядковому номеру 9 - здания с несущими стенами из местных строительных материалов (саманные, глинобитные, из кирпича сырца, кош-сынча и им подобные) - значения коэффициента – q - по результатам специальных исследований.

- **СН КР 22-01:2018 «Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки»** [145] введен в действие на территории Кыргызской Республики с 01 марта 2019 года, взамен **СНиП КР 22-01-98 «Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки»** [147] - по старому СНиПу определяли сейсмостойкость и уязвимость зданий.

- **СНиП II-64-80 «Детские дошкольные учреждения»** [154] - отменен – вместо него действуют: - а) СНиП КР 31-04:2001 «Общественные здания и сооружения»; - б) ВСН 50-86 «Общеобразовательные школы и школы-интернаты». В 2011 года действовал СНиП КР 31-08:2011 «Школьные здания» [150]. Взамен части требований, касающихся школьных и дошкольных зданий в СНиП КР 31-04:2001 «Общественные здания и сооружения» [151]. Кроме этих нормативов у нас действует СНиП КР 31-07:2010 «Быстровозводимые здания из легких конструкций. Нормы проектирования» [152]. Например, только за 2006-2009 гг. были построены более 30 зданий из быстровозводимых конструкций.

- **СНиП КР 31-08:2013 «Школьные здания. Нормы проектирования»** [153] - принят и введен в действие Государственным агентством Архитектуры, Строительства и Жилищно-коммунального хозяйства при Правительстве КР в 2013 году, взамен в части требований касающихся школьных зданий СНиПа КР 31-04: 2001 «Общественные здания и сооружения» [151].

- **Закон КР «О сейсмической безопасности»** - были разработаны несколькими учреждениями. Из них вариант Госстроя КР был одобрен и внесен на рассмотрение в Жогорку Кенеш КР и постановлением Правительства КР от 8 октября 2009 года № 624, принят проект Закона Кыргызской Республики «Общий технический регламент «Безопасность зданий и сооружений». 20 мая 2019 года на общественное обсуждение с выносятся проект Закона КР «О

сейсмической безопасности», инициированный депутатом Жогорку Кенеша КР А. Исмаиловой.

Ранее постановлением Правительства КР от 3 ноября 2009 года № 676 аналогичный законопроект вносился на рассмотрение Жогорку Кенеша КР. Однако не был рассмотрен и его отозвали постановлением Правительства КР от 3 июня 2014 года № 294. Помимо этого, предлагаемый проект Закона имеет много общего с одноимёнными законами Республики Армения от 6 июля 2002 года №ЗР-376 и Республики Таджикистан от 30 мая 2017 года №1416. Отозван в соответствии с постановлением Кабинета Министров КР от 25 марта 2022 года № 166.

- *Технический регламент «Безопасность зданий и сооружений»* был принят Жогорку Кенешем Кыргызской Республики 26 мая 2011 года и был принят закон от 27 июня 2011 года № 57. Отозван в соответствии с Законом КР от 2 апреля 2015 года № 69.

- *СНиП КР 31-04:2001 «Общественные здания и сооружения»* [151] - принят и введен в действие Государственной комиссией при Правительстве КР по архитектуре и строительству в 2001 году, взамен СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения». В 2018 году утвержден приказом Госстроя 13 декабря 2018 года №20-НПА. Строительные нормы Кыргызской Республики *СН КР 31-04:2018 по проектированию общественных зданий и сооружений* [146], взамен СНиП КР 31-04:2001 «Общественные здания и сооружения»

- *МСН 2.02-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»* [86] - приняты Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) 19 апреля 1995г. В 2018 году утвержден приказом Госстроя 12 декабря 2018 года №19-НПА. Строительные нормы Кыргызской Республики *СН КР 21-01:2018 по пожарной безопасности зданий и сооружений* [144], взамен МСН 2.02-01-97.

- *Изданные работы сотрудниками кафедры «ПВЗиСС»:*

- учебное пособие «Рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцово́й кладки в сейсмических районах КР». (авторы: Б.С.Ордобаев, Ж.Ы.Маматов, К.И.Кенжетаев, Ж.Ш.Кожобаев, Б.С.Матозимов, Б.Орозалиев (2011 год) [128].

- учебное пособие «Основы архитектурно-строительного проектирования и сейсмостойкое строительство», авторы: Ж.Ы.Маматов, Ж.Ш.Кожобаев, Б.С.Ордобаев, Б.С.Матозимов – (2015 год) [95].

- учебное пособие на кыргызском языке «Коопсуз үйлөрдү тургузуу жана тургузулган үйлөрдү бекемдөөнүн ыкмалары», автор: Ж.Ы.Маматов - (2017 год) под грифом МОиН КР [63].

- учебное пособие «Технология возведения зданий и сооружений», авторы: Дж.А.Шаимбетов, Ж.Ы.Маматов, А.Ж.Андашев - (2020 год) [177].

- Строительная терминология СП КР 10-102:2020, авторы: А.Ж.Сыдыков, К.И.Кенжетаев, Дж.А.Шаимбетов, К.К.Мудунова, М.Э.Зарипова, Ж.Ы.Маматов, Ж.Ш.Кожобаев, Б.С.Матозимов, С.Т.Кожобаева, Б.С.Ордобаев, К.Б.Бактыгулов, А.Б.Бактыгулова, М.П.Камчыбеков, (2020 год) [52].

2.5. Анализ безопасности школьных и дошкольных учреждений других стран

Таблица 2.2. - Результаты проекта «Снижение уязвимости школьников при землетрясениях» в Республике Островов Фиджи

Мероприятия	Достижения	Кол-во	Замечания
Усиление	Оценка уязвимости школ в г. Сува, Фиджи	6	Проведена усиление в – 3 школах
	Усиление школы	3	-Технические училище г. Сува -Начальная школа Св. Агнессы -Мусульманская школа Насину
Обучение и развитие потенц-ла	Учебные курсы для местных технических специалистов	2	Всего 50 участников

	Учебные курсы для учителей	2	Всего 40 участников
	Школьные практические занятия по готовности к землетрясениям	2	Участвовали ученики и учителя
Публикации	Учебные руководство для инженеров		Снижение уязвимости школьников при землетрясениях. Краткий отчет по технической оценке
	Плакаты и буклеты с информацией о стихийных бедствиях		Рабочая книга для учеников по управлению рисками бедствий
	Рекомендации для школ по разработке плана эвакуации на островах Фиджи		Каменщики, плотники и технические специалисты. Руководство по строительству школ.
	Справочник для учителей по управлению рисками стихийных бедствий и готовности к землетрясениям		Справочник для учителей. Готовность к стихийным бедствиям. Рекомендации по разработке планов эвакуации.
	Сборник упражнений для учеников по управлению рисками стихийных бедствий		Проект по усилению школ. Стенд на тему «Цунами, наводнения и землетрясения»

- а) Оценка уязвимости и усиление школьных зданий

- все школы за исключением одной полностью заполнили и сдали вопросники о предварительной оценке сейсмического риска;
- в каждой школе было по меньшей мере одно здание, требующее дальнейшей технической оценки на месте исследования;
- все здания, в которых была проведена полевая техническая оценка, не отвечают стандартам сейсмобезопасности, 80% конструкций получили самые низкие и худшие баллы.

- б) Обучение и повышение осведомленности

Учения по поведению при землетрясении: повышение осведомленности о стихийных бедствиях в школах. После семинара по управлению рисками стихийных бедствий, организованного Национальным управлением по

предотвращению и ликвидации последствий стихийных бедствий (NDMO), был создан Комитет по формированию осведомленности о стихийные бедствия.

Семинар подчеркнул важность управления рисками и необходимости в подготовке плана управления рисками стихийных бедствий для каждой школы. В рамках этой инициативы проводятся учения по поведению при землетрясении, направленные на повышение осведомленности учащихся и сотрудников о том, как действовать в случае землетрясения.

- в) Обучение и развитие потенциала

Проведен однодневный учебный семинар по безопасному жилищному строительству и строительству школ с использованием предварительного руководства по безопасному строительству школ в качестве справочника. Учебная программа получила отзывы об актуальности ее содержания и общую положительную оценку. Технические специалисты министерства образования должны были использовать предварительное руководство в разработке национального руководства по строительству школ. Для обеспечения этого была организована программа обучения.

Таблица 2.3. - Результаты проекта: «Снижение уязвимости школьников при землетрясениях» в Индии

Мероприятия	Достижения	Кол-во	Замечания
Усиление школ	Оценка уязвимости школ в г. Шимла, Индия	6	Проведена усиление в – 3 школах
	Усиленные школы	3	-Н.Р. Соц. Обеспечение детей паришад, Техсил, округ Шимла. -Средняя школа джунга, Техсил, -Школа куфри, Техсил
Обучение, развитие потенциала осведомленности	Учебные курсы для местных технических специалистов	2	Всего 50 участников
	Учебные курсы для учителей. Школьные	2	Всего 40 участников

	практические занятия по готовности к землетрясениям		Участвовали ученики и учителя
Публикации	Учебные руководство для инженеров		Предварительное исслед-е и оценка школьных зданий. Оценка сейсмической уязв-ти школьных зданий, Индия.
	Плакаты и буклеты с информацией о стихийных бедствиях		Последние планы усиление школ и общест-ый семинар по снижению рисков бедствий.
	Образовательный буклет		Руков-во по обучению стр-лей. Справ-к для учителей по снижению рисков бедствий. Обучение готов-ти к бедс-ям в Индии. Стенды (Хинди)

а) Усиление школ

После проведения детального анализа, было выполнено проектирование и строительство трех школ. Школа была построена в 1980-е годы, и вследствие переменной погоды и износа, здание имеет множество дефектов. Имеются диагональные трещины вокруг проемов и вертикальные трещины на наружной стене здания. Состояние перекрытий крайне ухудшились, вследствие чего ученики сталкиваются со значительными проблемами.

б) Обучение и повышение осведомленности

В рамках проекта были выполнены различные мероприятия по формированию общественной осведомленности и обучения. Проведены семинары для общества с использованием таких упражнений как обсуждение в фокус - группах, учения по поисково–спасательным работам и ролевые игры.

Таблица 2.4. - Результаты проекта: «Снижение уязвимости школьников при землетрясениях» в Индонезии

Мероприятия	Достижения	Кол -во	Замечания

Усиление школ	Оценка уязвимости школ в Индонезии	4	Проведена усиление в – 2 школах
	Усиленные школы	2	-SD Цератеун Кулон II -SD Падасунка II
Обучение, разв-е потенциала и повышение осведомленности	Учебные курсы для местных технических специалистов	2	Всего 50 участников
	Учебные курсы для учителей	2	Всего 40 участников
	Школьные практические занятия	2	Участвовали ученики и учителя
	Общественный семинар	1	Всего 40 участников
Публикации	Учебное руководство для каменщиков		Предвар-е исследование школьных зданий для усиления в Бандуге. Анализ констр-й школы в Бандуге.
	Плакаты и брошюры с информацией о стихийных бедствиях		Безоп-ть школ при земле-ях. Руков-ва для экспертов на индонез-ком языке.
	Информационный букет		Отчет по проведенным учениям готов-ти к землетрясениям для детей. Инициатива по безо-пти школ при землетря-ях в Индонезии. Фотографии строительных работ по усилению зданий.

а) Усиление школ

Проект по усилению был проведен в двух школах. Здания были подвергнуты нагрузкам, соответствующим условиям потенциальных сейсмических рисков и местных грунтов.

б) Обучение и повышение осведомленности – проведен семинар.

На семинаре были представлены три основные темы:

Обучение базовым знаниям о безопасности человека;

Обучение базовым знаниям о сейсмостойком строительстве;

Буклет с инструктажем.

в) *Обучение и развитие потенциала* - для дальнейшего снижения уязвимости сообществ школ перед землетрясениями, процесс усовершенствования качества конструкций школы были проведены различные мероприятия по уменьшению опасности при землетрясениях и готовности к ним.

Таблица № 2.5. - Результаты проекта: «Снижение уязвимости школьников при землетрясениях» в Узбекистане

Мероприятия	Достижения	Кол -во	Замечания
Усиление школ	Оценка уязвимости школ в г. Ташкент, Узбекистан	3	Оценка проведена во многих школах (Нац-ная программа по улучшению системы школьного образования)
	Усиленные школы	2	-школа №20; - школа №116
Обучение, разв-е потен-ла и пов-е осведомлённости	Учебные курсы для местных технических специалистов	2	Всего 50 участников
	Учебные курсы для учителей	2	Всего 20 участников
	Школьные прак-кие занятия	2	Всего 40 участников
	Общественный семинар	2	Всего 40 участников
Публикации	Учебное руков-во по технологии анти-сейми-го усиления кирпичных и каркасно-панельных зданий школ		Сейсмический анализ школьных зданий в г. Ташкент, Узбекистан. Обеспечение сейсмобезопасности школ, практический пример Узбекистана.
	Инфор-ный буклет по сейсмобезопасности		Усиление кирпичных и каркасно-панельных зданий школ в Ташкенте.
	Плакаты и брошюры с информацией о стих-х бедствиях		Обучение готовности к стихийным бедствиям и повышение осведомленности.

	Информационный буклет		Обучающий семинар по сейсмостойкому строительству и для каменщиков, строителей, инженеров. Учебное руков-во для строителей.
	Рекомендации по строительству сейсмостойких домов		Рук-во по подготовке школ в поведению при ЧС. Отчет о проведенных учениях по готовности к землетрясениям. Сни-е уязвимости школьников при землетрясениях.

а) Усиление школ

При отборе школ для первоочередного усиления принимались во внимание следующие параметры:

Год постройки; принятые нормы проектирования; проект индивидуального или массового применения; наличие элементов антисейсмического усиления; качество проекта; фактические прочностные характеристики материалов для несущих конструкций; грунтовые условия; наличие видимых повреждений несущих конструкций; остаточная несущая способность по сравнению с требуемой; степень морального износа, теплотехнические характеристики.

Основные элементы усиления кирпичных зданий школ:

Устройство антисейсмических поясов с применением арматурных стержней или прокатной (профильной) стали в виде уголков или швеллеров.

Для создания жесткого диска перекрытия замена деревянного перекрытия на монолитно-железобетонное.

Введение дополнительных железобетонных или металлических рам для усиления длинных стен (более 9 метров) и подкрепленных в перпендикулярном направлении стенами.

Устройство обрамлений оконных и дверных проемов уголкового стальной или монолитным железобетоном.

Усиление стен (с одной или двух сторон) для восприятия главных растягивающих усилий посредством арматурных сеток в слое высокопрочного раствора М100.

При необходимости усиление фундаментов путем устройства армированных набетонок.

Создание ирригационной сети, исключаящей замочку основания фундаментов и отмостки вокруг здания.

б) Обучение и повышение осведомленности

В школе №20 были проведены учения по готовности к землетрясениям, в котором приняли участие учительский состав школы и ученики. Активное участие принимали члены сообществ и родительских комитетов. Обучение включало в себя применение мультимедийных учебных программ и демонстрацию учебных видеороликов. Во время учений была представлена информация о реагировании во время землетрясения и эвакуации сразу после него.

в) Обучение и развитие потенциала

В Ташкенте был проведен двухдневный учебный семинар по сейсмостойкому строительству с целью передачи знаний местным инженерам о методах обеспечения сейсмоустойчивости зданий.

5. Основные рекомендации, прозвучавшие на сессии по стратегическому планированию страны на Международном семинаре по Обеспечению Безопасности Школ, 05-07 ноября, 2008 г., Кобе, Япония:

Необходим более широкий круг заинтересованных сторон (не только инженеры и учителя) в возможных последующих инициативах.

Массовое распространение является важным вопросом, и мы должны разработать пути широкого распространения уроков и работы.

Очень важна связь между министерствами, вовлечение не только министерств образования.

Связь с другими проектами, например, с инициативами Европейской Комиссии, также очень важна в обеспечении более широкой сферы деятельности и большей устойчивости.

Потребность в создании группы давления, которая продолжит работу за пределами текущего пилотного проекта по распространению и, возможно, расширению сферы влияния проекта.

Вследствие того, что текущий проект вскоре будет завершен, появляется возможность передачи процесса правительству для дальнейшего развития и поддержки.

COGSS и тематическая группа по обучению МСУОБ являются платформами для дальнейшего стратегического воздействия.

Формирование глобальной стратегии и коллективное объединение не только улучшит базу знаний каждого, но и создаст глобальную инерцию, а также увеличит доступность ресурсов и финансовых возможностей для будущих инициатив.

Маломасштабная работа может привести к более широким результатам в долгосрочном контексте. Работа по усилению школ в Непале привела к такому уровню, а продолжительные усилия, несомненно, приведут к высоким результатам в будущем.

Связь сокращения бедности с данными вопросами может быть полезна в обеспечении более широкого применения деятельности по безопасности школ. Социальные предметы с данным контекстом могут включать управление рисками стихийных бедствий. Потребуется время для того, чтобы результаты стали очевидными, но в течении нескольких десятилетий каждый будет знать о вопросах, касающихся стихийных бедствий.

Достижения ИБШЗ должны быть распространены и узнаваемы на глобальном уровне. ЦРРООН выполнит работу по распространению, но все партнеры должны приложить усилия по документированию, составлению отчетов, публикации опыта и извлеченных уроков, и распространить на местном, национальном и глобальном уровнях.

Программа оказала влияние на другие части мира, и программы с такой тематикой и названием появляются в других странах, таких как Иран, Непал и др. В данных программах принят подход ИБШЗ, тем самым повышая ценность подобного подхода.

Результаты проекта будут опубликованы на разных языках: английском, китайском и русском. ЦРРООН уже имеет веб-сайт с информацией о ИБШЗ и соответствующих вопросов. Все это доступно для использования и распространения.

Партнеры и участники высоко оценили поддержку и содействие ЦРРООН через ИБШЗ. Партнеры будут продолжать поддерживать программу с соответствующими заинтересованными сторонами на национальном уровне в своих странах продвижения инициативы.

В разных частях мира появляется разный практический опыт, инструменты и материалы. Это положительная тенденция, которую необходимо поддерживать. В то же время необходимо уточнение и согласование основных принципов и определений с целью создания общей основы работы.

6. Сборник ЕСНО, МССБ ООН и ЮНИСЕФ «Примеры успешной деятельности по снижению риска бедствий в сфере образования в Центральной Азии» - пример №7: Опыт внедрения дисциплин по сейсмостойкому строительству и повышению готовности к стихийным бедствиям в КИСИ им. Н. Исанова [94].

В КГТУ им. И. Раззакова (КГУСТА) были проведены следующие конференции и семинары при сотрудничестве с Центрально-Азиатским Секретариатом МССБ ООН:

- Национальный семинар по методике преподавания «Стратегии безопасного строительства для сокращения риска стихийных бедствий в Центральной Азии», 20 декабря 2007 года, КГУСТА, г. Бишкек, Кыргызстан;

- Национальный семинар по методике преподавания «Стратегии безопасного строительства для сокращения риска стихийных бедствий», 27 мая 2008 г, КГУСТА, г. Бишкек;

- Региональная конференция «Обеспечение сейсмостойкости зданий и сооружений, возводимых из местных материалов, в Центральной Азии» в рамках проекта МССБ ООН «Многосторонний подход к реализации Хиогской Программы Действий в Центральной Азии», 22-23 мая 2008 г., Бишкек, Кыргызстан;

- Серия тренингов “ГИС для управления чрезвычайными ситуациями”, проведенные преподавателями КГУСТА в г. Бишкек, Кыргызстан, г. Душанбе (Таджикистан) и в г. Ташкент (Узбекистан) в июне-июле 2009г.;

- Третья Центрально-Азиатская конференция “Геоинформационные системы в управлении окружающей средой и чрезвычайными ситуациями в Центральной Азии”, 27-28 августа 2009 г., КГУСТА, г. Бишкек;

- Встреча экспертов UN-SPIDER из стран Центральной –Азии, 26 августа 2009 г., КГУСТА, г. Бишкек и др.

7. *«Временные технические условия по проектированию и возведению гражданских и промышленных зданий из сырцового кирпича и рваного камня на территории Таджикской ССР»* разработаны в порядке тематического плана Институтом сейсмологии Академии наук Таджикской ССР совместно с Управлением по делам архитектуры при Совете Министров Таджикской ССР [18].

К рекомендациям по безопасным методам строительства в сельских районах. Поведение зданий из местных материалов при землетрясениях (С.Х.Негматуллаев, М.Д.Джаборов, З.М.Мирбаев. – Душанбе: 2008) [87].

Глина как строительный материал (Д.Р.Рузиев. – Душанбе: 2008.) [134].

Как построить безопасный дом с применением глины (П.А.Ясунов – Душанбе: 2008.) [183].

Рекомендации по проектированию, строительству и усилению жилых домов из саманно-сырцовой кладки в сейсмических районах Республики Казахстан (Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства индустрии и торговли РК, КазНИИССА – Алматы: 2008.) [127].

Анализируя опыт других стран, мы рекомендуем для нашей Республики следующие:

Разработать рекомендации или свод правил по проектированию, строительству и усилению зданий из глинистых материалов в сейсмических районах Кыргызской Республики;

Провести оценку уязвимости и усилить дошкольные здания. При отборе дошкольных зданий можно принять опыт Узбекистана;

Организовать обучение и повышение осведомленности во всех дошкольных учреждениях. Учения по поведению при землетрясении. Обучение базовым знаниям о безопасности человека и о сейсмостойком строительстве. Роль администрации, учителей, воспитателей школ и дошкольных учреждений в планировании и управления рисками стихийных бедствий в зданиях, разработка учебных материалов;

Организовать обучение и развитие потенциала. Проведение курсов по повышению квалификации для инженеров, строителей и рабочих специальностей. Подготовить рабочие специальности – каменщиков и бетонщиков на базе КИСИ им. Н. Исанова;

Провести показательные эксперименты для инженеров, строителей и персонала дошкольных учреждений, малоэтажных зданий из местных материалов в лаборатории “Сейсмостойкое строительство” кафедры «ПВЗиСС» КИСИ им. Н. Исанова.

2.6. Изучение поведения вблизи населенных пунктов от места взрыва зданий и сооружений при направленном взрыве «Камбар-Ата-2»

Эффект взрывов может рассматриваться как один из видов сейсмического воздействия на сооружения и конструкции. С целью ускоренного строительства плотины гидроэлектростанции впервые в Кыргызстане производился направленный взрыв на объекте ГЭС «Камбар-Ата-2». При производстве взрывных работ ожидалось, что наряду с полезным эффектом могут возникнуть повреждения промышленных сооружений, жилых и административных зданий,

находящихся в окрестности объекта. Кроме того, могут быть социальные потери, связанные с травматизмом, нарушением снабжения из-за повреждения транспортных коммуникаций, ухудшения жилищно-бытовых условий, миграции населения из районов бедствия, снижения трудовой активности людей. Все отмеченное выливается значительными экономическими потерями в масштабе государства [83, 86].

Согласно постановлению правительства Кыргызской Республики взрыв был произведен 22.12.2009 года в 11:55 по местному времени на ГЭС Камбар-Ата-2 для создания естественной плотины. Для исследования надежности зданий и сооружений в сейсмоопасных районах были изучены, как «ведут себя» эти сооружения при землетрясении, обусловленной взрывом.

Воздействие упругих колебаний, при взрыве распространяющихся в массиве, на сооружения можно оценивать амплитудой смещения и периодом. Значения последних зависят от свойств горных пород, удаленности сооружения от места взрыва, глубины заложения и массы заряда взрывчатого вещества (ВВ). Скорость колебаний частиц породы принята в качестве основной характеристики для оценки сейсмичности взрыва. Она зависит в первую очередь от расстояния r до очага взрыва и от массы взрываемого заряда.

Основными объектами исследований были административные и жилые здания, расположенные в селе Кара-Жыгач и на территориях, прилегающих непосредственно к ГЭС-2 (рисунок 2.21). Эти объекты обозначены 11 точками наблюдения.

Сооружение каменно-набросных плотин с помощью мощных взрывов представляет большой практический интерес для создания плотины гидротехнического сооружения. В рассматриваемом нами случае впервые в Кыргызской Республике применили метод смещения горной породы для создания плотины гидротехнического сооружения [67, 98].

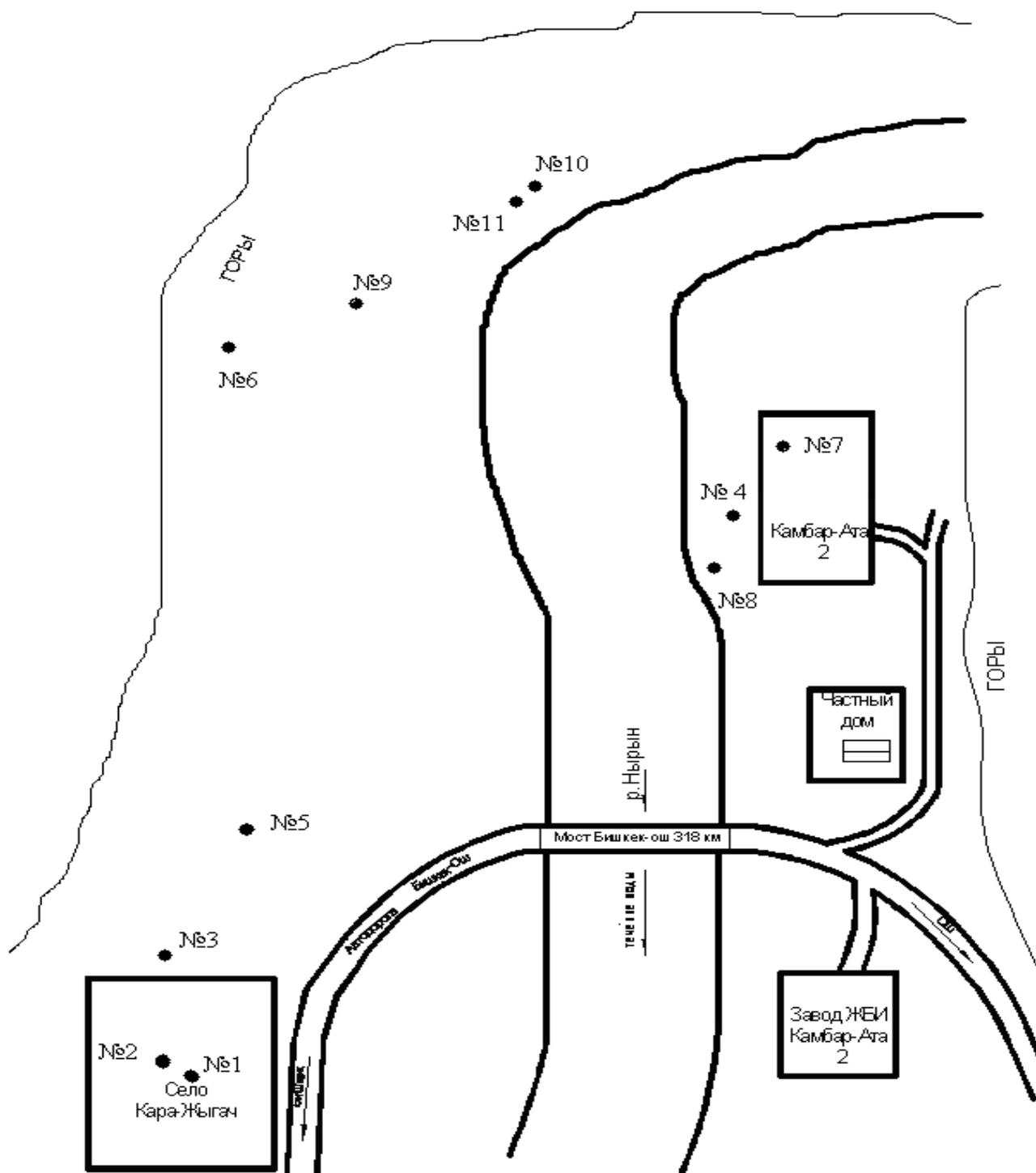


Рисунок 2.21 - Ситуационная схема расположения объектов наблюдения

Наши исследования направлены на изучение ожидаемого ущерба от динамических воздействий направленного взрыва. Представленное ниже описание состояния зданий и сооружений составлено на основе наружного обследования последних до и после взрыва.

Объектом наблюдения №1 (правый берег) является средняя школа села Кара-Жыгач, а пункты наблюдения показаны на рисунке 2.22 а), б), в) и г)

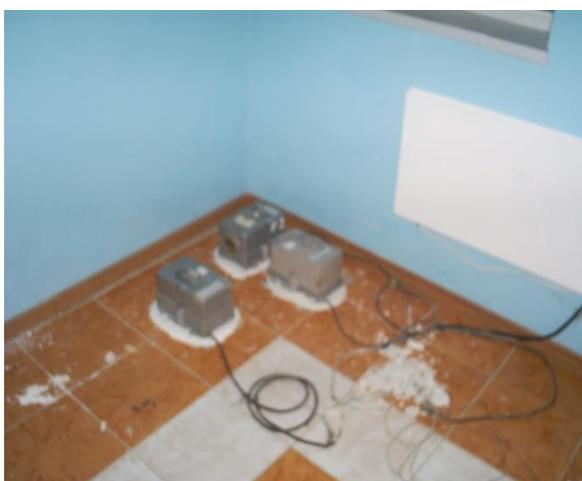
а) С/ш с. Кара-Жыгач



б) пункт наблюдения на чердаке



в) пункт наблюдения на втором этаже



г) пункт наблюдения на площадке



Рисунок 2.22 - Пункты наблюдения в средней школе с. Кара-Жыгач

Село Кара-Жыгач расположено на правом берегу реки Нарын на расстоянии 4270м от точки взрыва. Непосредственно в средней школе была проведена подготовка каналов регистрации для записи смещений, скорости колебания грунта. Школа состоит из 1-этажного (административно-учебный корпус) и примыкающего к нему 2-х этажного (учебный корпус) кирпичного здания. Приборы-сейсмоприемники СМ-3 были установлены в 2-х этажном здании в наблюдательных пунктах на чердаке (каналы X3, Y3, Z3), на втором этаже (каналы X2, Y2, Z2), и во дворе школы (каналы X1, Y1, Z1). Горизонтальные сейсмометры были ориентированы по направлению продольной оси (Y), поперечной оси (X), и вертикальной оси (Z). Регистрационный пункт расположен на первом этаже. Сейсмоприемники с помощью аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) были подключены к

персональному компьютеру, который был настроен на непрерывный режим записи.

Записи сейсмического воздействия на здания школ представлены на рисунках 2.23–2.25:

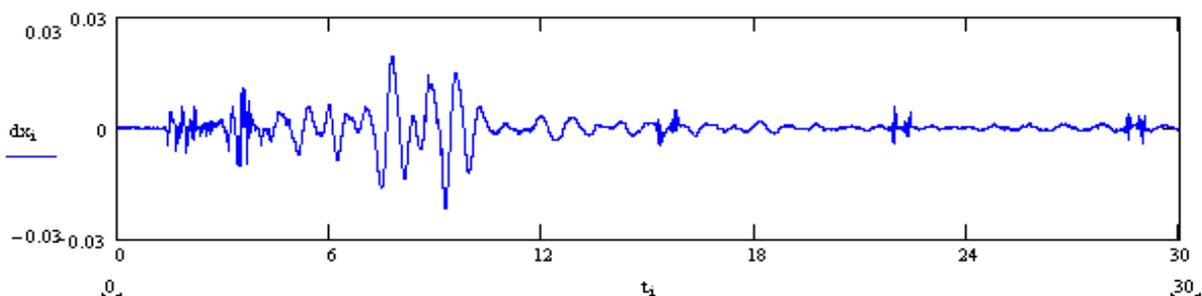


Рисунок 2.23 - Сейсмограмма скорости канала X2

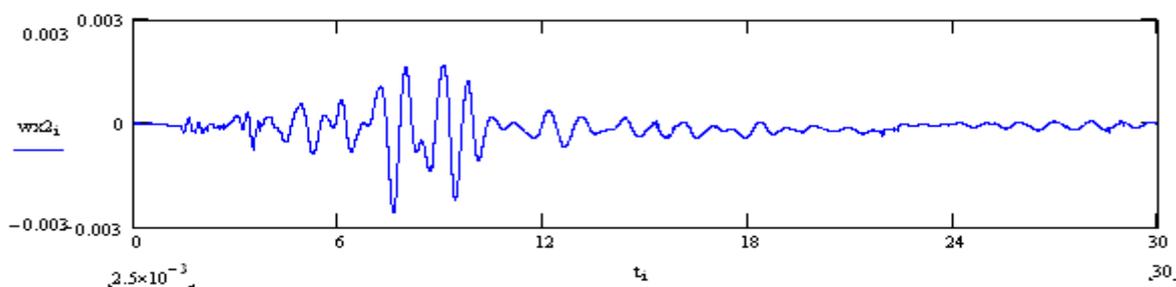


Рисунок 2.24 - Сейсмограмма смещения канала X2

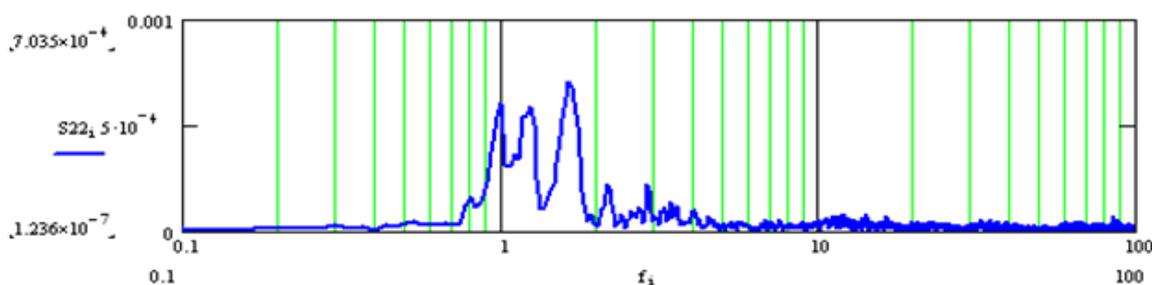


Рисунок 2.25 - Амплитудный спектр канала X2

1. На всех каналах, кроме канала X2 произошло зашкаливание. Очевидно, коэффициент преобразования этого сейсмометра был ниже. Запись этого сейсмометра был внесен в отчет.

2. На всех каналах видны две фазы колебаний. Первая продольная – P, вторая поперечная – S, хотя это может быть поверхностная волна. Эти фазы наиболее хорошо выделяются на первом этаже. Видно, что разность времен прихода $S - P = 3''$.

3. Амплитуда P фазы около 5 мм/с.

4. Амплитуда S фазы равна 19,3 мм/с.
5. Путем интегрирования получены смещения.
6. На записях хорошо видны P фазы от первого и второго взрыва. P1 приходит в момент 1,412", P2 приходит в момент 3,125". Отсюда разность P2-P1=1,713". Это хорошо совпадает с интервалом времени между взрывами.
7. Приход фаз S от первого и второго взрыва S1 = 6,99" и S2=8,60". Отсюда разность времен прихода S2-S1=1,53". Это неплохо совпадает с временем между взрывами.
8. Период собственных колебаний здания школы определяем на канале Y1 с 24" по 30". Он равен T=0,92".
9. Параметры взрывных волн по каналу X2: - скорость P1 =6 мм/с и смещение = 0,15мм; - P2 = 10 мм/с и 0,7мм, $f_p = 3,3$ Гц; - S1 = 17,5 мм/с и 2,05мм; - S2 = 18,5 мм/с и 1,93мм, $f_s = 1,4$ Гц
10. По каналу Z1 (вертикальная): - P1 = 6,2 мм/с; - P2 = 8,4 мм/с.

Был проведен наружный визуальный осмотр здания школы. Здание школы построено из жженого кирпича, имеет железобетонные многпустотные межэтажные и чердачные перекрытия, оштукатурено снаружи, имеет внутреннюю отделку.

Для оценки возможных повреждений здания в наиболее уязвимых местах (перемычки, углы стен и др.) была нанесена тонким слоем шпатлевка на основе гипса в качестве маяка с целью визуального наблюдения возможных повреждений. На маяках можно было проследить характер образуемых трещин.

Объектом наблюдения №2 (правый берег) является 2-этажное кирпичное здание медпункта, расположенное рядом со школой. Медпункт представляет собой кирпичное двухэтажное здание с железобетонными пустотными плитами перекрытий, не оштукатурено снаружи. Имеет междуэтажный и междучердачный сейсмопоясы. Здесь также был проведен наружный осмотр здания медпункта. Над сейсмопоясом между 1 и 2 этажами на высоте 4325 мм, на сейсмопоясе между 2 этажом и чердаком на высоте 6725 мм, на уровне

оконных перемычек на высоте 3790 мм нанесены маяки в виде «креста» шириной 12 см нанесенной тонким слоем шпатлевки на основе гипса.

Объект наблюдения №3 (правый берег) находится на расстоянии 300 метров от здания медпункта и на расстоянии 3920 м от точки взрыва, и представляет собой жилой дом. Дом глинобитный, 4-комнатный, имеет размеры в плане 8×10 м, ориентирован по направлению Север-Юг. При наружном осмотре дома обнаружены поперечные трещины на стене и фундаменте заднего фасада. С восточной стороны дома на уровне оконных перемычек и фундамента нанесены маяки.

Объектом наблюдения №4 (левый берег) было выбрано 1-этажное кирпичное здание столовой Управления основных сооружений (УОС). Между фундаментом и стеной на южной стороне на расстоянии от угла 1330 мм нанесен маяк в виде полоски размером 12,5×36 см. Высота фундамента 145 мм. На расстоянии 1330 мм от юго-восточного угла нанесен маяк в виде «креста» с размерами полос 20×40 см. Высота от фундамента до метки 2935 мм. Перемычки на трех окнах с южной стороны столовой цельные, бетонные. Между вторым и третьим окнами на перемычке имеется поперечная трещина. На этой трещине нанесен маяк в виде «креста» с размерами полос 20×40 см. Здесь же между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полоски размером 20×40 см. От юго-восточного края на расстоянии 1245 мм нанесен маяк в виде «Г» с размерами полос 20×40 см. Между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полоски размером 20×40 см.

Объект наблюдения №5 (правый берег) расположен в с. Шопоково. Дом 1-этажный, наполовину из жженого кирпича, наполовину – глинобитный, без отмостков, передний фасад оштукатурен. Размеры в плане: 5,3×9,6 м, высота стен до фундамента – 2650 мм. Дом ориентирован по направлению Северо-запад. На стыке между глинобитной и кирпичной частями дома с западной стороны (передний фасад) на уровне перемычек и фундамента нанесены 2 маяка. На восточной стороне дома (задний фасад) на расстоянии 34 мм от правого угла на уровне перемычек нанесен маяк в виде «креста», на расстоянии 760 мм от

правого угла на уровне фундамента нанесен маяк в виде полосы, высота от фундамента до метки – 2300 мм. Высота от фундамента до нижней метки – 100 мм. На стыке между глиняной и кирпичной частями дома на уровне перемычек нанесен маяк.

Объект наблюдения № 6 (правый берег) – кладбище, которое находится на расстоянии 1450 м от точки взрыва. Здесь были установлены маяки в виде двух параллельно уложенных силикатных кирпичей на грунте для выявления возможных сдвигов и смещений после взрыва, ориентированные по направлениям Север-Юг, Восток-Запад.

Объект наблюдения № 7 (левый берег) – строящееся административное здание ГЭС-2, которое представляет собой 3-х этажное каркасное здание с кирпичным заполнением, расположенное на расстоянии 750 м от точки взрыва. На первом этаже в фундаменте дверного проема, находящейся посередине южной стороны здания обнаружена поперечная трещина. Расстояние от восточного (правого) края проема до трещины – 295 мм. Здесь же на гравийно-песчаном грунте установлены маяки в виде 2-х параллельно уложенных силикатных кирпичей на грунте, ориентированные по направлению Север-Юг.

Объект наблюдения № 8 (левый берег) – одноэтажное кирпичное здание ОАО СААК Гидромонтаж, толщина стен – 51 см. С восточной стороны на стыке между перемычкой над входной дверью и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 12×35 см. Между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 25×40 см. На стыке между оконной перемычкой и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 16×28 см. Между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 25×40 см. С южной стороны здания на расстоянии 4062 мм от правого угла на оконной перемычке нанесен маяк в виде горизонтальной полосы размером 20×30 см. Между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 15×32 см.

Объект наблюдения № 9 (правый берег) – находящийся на расстоянии 1 км от точки взрыва чабанский дом, материал стен – жженный кирпич. С западной

стороны на стыке между оконной перемычкой и стеной нанесен маяк в виде «креста». На стыке между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 20×40 см. С южной стороны дома на расстоянии 145 мм от правого угла на уровне перекрытий и на стыке фундамента со стеной нанесены маяки в виде «креста».

Объектом наблюдения № 10 (правый берег) был выбран бетонный массив с б/у деревянным электрическим столбом. На этом массиве установили маяк в виде 2-х параллельно уложенных силикатных кирпичей, ориентированный по направлению Север-Юг.

Объект наблюдения № 11 (правый берег) находится неподалеку от точки наблюдения № 10 в высохшем русле речки шириной 2÷2,5 м, где установили маяк в виде 2-х параллельно уложенных силикатных кирпичей, ориентированный под углом 40° на Северо-восток.

Фундаменты во всех жилых домах с. Кара-Жыгач монолитные ленточные бутобетонные с использованием булыжных камней. Менее 10% домов имеют стены из обожженного кирпича. В остальных – стены возведены из кирпича-сырца или глинобита, путем втрамбовывания глиняного раствора в опалубку («сокмо» и «пахса»).

Хорошо известно, что параметры сейсмозрывных волн зависят от категории грунтов, на которых установлены сейсмоприемники. В общем случае принимается, что на мягких грунтах амплитуды в 2 раза больше, чем на скальных. Однако возможны резонансные эффекты, которые увеличивают это различие. При Камбаратинском взрыве все сеймопункты на левом берегу были размещены на скальном основании или на бетоне, залитом на скальные выходы. На правом берегу все сеймопункты размещались на мощной толще наносов из песка и глины.

По данным значениям максимальных скоростей колебаний от приведенного расстояния для сравнения сейсмического эффекта от первого и второго зарядов, можно сделать однозначный вывод, что сейсмическая эффективность обоих зарядов была одинаковой. Иными словами, процент

энергии зарядов, затраченных на формирование взрывной волны, для обоих зарядов был одинаков.

Разность времен прихода продольной Р, поперечной S фаз колебаний совпадает с интервалом времени между взрывами.

Максимальная скорость горизонтальных колебаний 20 мм/с, среднее значение смещений равно 1,2мм [82, 83], отсюда можно сделать вывод, что интенсивность колебаний школы равна 5 баллам.

Поскольку глубина заложения взрывчатых веществ была неглубокой и местность сильно пересеченная, влияние взрыва носила локальный характер. Это подтверждено показаниями сейсмометров, которые показали, что на наблюдаемых объектах амплитуда перемещения и частота колебаний не превышали 2,1мм и 3,3Гц.

Повторное обследование после взрыва существующих объектов наблюдения и маяков в виде нанесенных тонким слоем шпатлевки на основе гипса и установленных кирпичей показало, что во всех объектах наблюдения не обнаружены никакие трещины (в т.ч. волосяные трещины) и смещения.

Заключение по главе 2

1. Основными причинами трагедий являются несоблюдение антисейсмических мероприятий при строительстве малоэтажных частных домов, низкое качество строительных материалов и несоблюдение технологий строительства. Более 90 процентов жилых домов в сельской местности строятся из местных строительных материалов - глины, самана, шлака, камыша, природных камней, древесины тополей и других недорогих материалов.

2. Проведен инженерный анализ последствий произошедших сильных землетрясений с исторических времен в Кыргызстане и Ферганской долине. Объекты, построенные местным населением – жилые дома и здания преимущественно из глинистых материалов. Установлено, что они были построены без соблюдения норм сейсмостойкости, что привело к полному их разрушению;

3. Разработаны рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцово́й кладки в сейсмических районах КР. Они оформлены и выпущены в виде учебного пособия;

4. При направленном взрыве на объектах ГЭС «Камбар-Ата-2», из-за неглубокой глубины заложения взрывчатых веществ и сильно пересеченной местности, влияние взрыва носила локальный характер;

5. Повторное обследование после взрыва существующих объектов наблюдения и маяков в виде, нанесенных тонким слоем шпатлевки на основе гипса и установленных кирпичей показало, что во всех объектах наблюдения не обнаружены никакие трещины (в т.ч. волосяные трещины) и смещения.

6. Инженерное обследование после взрыва не выявило никаких повреждений в сооружениях ГЭС и застройке региона. Таким образом, большой Камбар-Атинский взрыв был проведен так, что не оказал негативного воздействия на сооружения и здания.

ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ С ПОЗИЦИЙ СИНЕРГЕТИКИ

Успехи в прикладной механике, физике, химии, а также технических дисциплинах часто являются результатом применения новых математических идей и методов. К их числу можно отнести активно развивающуюся в последние годы прикладную математическую теорию – **теорию катастроф**. В сочетании современными методами системного анализа она является эффективным средством качественного анализа различных реальных процессов.

Для динамических систем, зависящих от некоторого параметра, характерно, как правило, плавное изменение характера поведения при изменении параметра. Однако для параметра может иметься некоторое критическое (бифуркационное) значение, при переходе через которое аттрактор претерпевает качественную перестройку и соответственно резко меняется динамика системы, например, теряется устойчивость. Потеря устойчивости происходит либо переходом от точки устойчивости к устойчивому циклу (мягкая потеря устойчивости; появление двух новых стационарных состояний вблизи старого), либо выходом траектории с устойчивого положения (жесткая потеря устойчивости; катастрофа), либо путём рождения циклов с удвоенным периодом. При дальнейшем изменении параметра возможно возникновение торов, а затем странных аттракторов (хаотических процессов). Теория бифуркаций направлена на изучение изменения числа точек равновесия и их устойчивости при изменении параметров динамической системы. В нелинейной динамике под бифуркацией обычно понимают ветвление и сливание положений равновесия решений при изменении управляющих параметров динамической системы.

Особенность точки бифуркации заключается в том, что вблизи неё даже очень слабое возмущение способно радикальным образом изменить траекторию движения.

Как уже упоминалось, устойчивость динамической системы к возмущениям связана с её структурной устойчивостью, т.е. с грубостью системы, а эта структурная устойчивость связана с бифуркацией. Эту связь можно представить, как переход системы от одного структурно-устойчивого состояния к другому через структурно-неустойчивое состояние в точке бифуркации. Бифуркации и катастрофы определяются мягкими и жёсткими границами критических состояний. В первом случае преодоление границ стабильности и выход в критическую область не обуславливают необратимые структурные изменения.

Сложные системы содержат подсистемы, которые непрерывно флуктуируют. Иногда отдельная флуктуация или комбинация флуктуации может стать (в результате положительной обратной связи) настолько сильной, что существовавшая прежде организация не выдерживает и разрушается. В этот переломный момент (точка бифуркации) принципиально невозможно предсказать, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдёт на новый, более дифференцированный и более высокий уровень упорядоченности или организации (диссипативную структуру). Процесс самоорганизации носит пороговый характер – внезапность явлений самоорганизации.

Флуктуации – случайные отклонения характеристик системы от средних значений.

Точка бифуркации воспринимается как момент кризиса, как потеря устойчивости: по мере приближения к точке бифуркации флуктуации возрастают. За точкой бифуркации обычно имеет место стабилизация флуктуаций (порядок из хаоса). В процессе самоорганизации происходит синхронизация частей системы, идёт понижение энтропии системы самоорганизации и повышение энтропии окружающей среды при самоорганизации. Из-за нелинейности, наличия более одного устойчивого состояния в динамических системах, в них не выполняется ни второе начало

термодинамики, ни теорема Пригожина о минимуме скорости производства энтропии.

Оба эти направления слились благодаря усилиям французского математика Р. Тома в единую стройную теорию, которая получила столь броское название - **теория катастроф**. Элементарная теория катастроф Р. Тома можно рассматривать как реализацию программы А. Пуанкаре применительно к изучению состояний равновесия динамических систем, описываемых потенциальной функцией. Предметом теории катастроф является изучение зависимости качественной природы решений уравнений от значений параметров, присутствующих в заданных уравнениях.

Теория катастроф применяется не только в традиционных областях приложений математических методов, но и в таких сферах человеческой деятельности, как психология, социология, экономика, биология, медицина и геология [21]. Таким образом, мощный аналитический аппарат - **теория катастроф** - применяется при решении проблем, возникающих в различных областях науки и техники.

Синергетика - это междисциплинарное направление научных исследований, которое изучает закономерности и принципы, лежащие в основе процессов самоорганизации в системах разной природы: физических, химических, биологических, технических, социальных и других. Существуют три основные идеи синергетики: неравновесность, открытость и нелинейность.

Диссипативные структуры, устойчивые пространственно-неоднородные структуры, возникающие в результате развития неустойчивостей в однородной неравновесной диссипативной среде. Термин предложен И. Р. Пригожиным. Диссипативными называют открытые нелинейные системы, и они являются объектами синергетики. Длительное время в состоянии равновесия могут находиться лишь закрытые системы, не имеющие связей с внешней средой, тогда как для открытых систем равновесие может быть только мигмом в процессе непрерывных изменений.

Странный аттрактор - притягивающее множество неустойчивых траекторий в фазовом пространстве диссипативной динамической системы. Странный аттрактор в отличие от аттрактора не является многообразием (т. е. не является кривой или поверхностью); его геометрическое устройство очень сложно, а его структура фрактальна, поэтому он получил название «странный»

Впервые в рамках механики деформируемого твердого тела методы теории катастроф применялись к описанию равновесия и потери устойчивости при деформировании горных пород [69] и полухрупких строительных материалов.

Поэтому работы по оценке безопасной работоспособности существующих малоэтажных зданий из местных материалов по степени их повреждений, а также эффективных методов конструктивных усилений, поврежденных при чрезвычайных ситуациях, является актуальной задачей.

Анализ причины отказов, следствием которых является прогрессирующее обрушение конструкций, определяет актуальность и практическое применение постановки проблем безопасности конструкций в более сложных представлениях, чем при оценке предельных состояний для первой и второй групп.

В продолжение сказанному заметим, что сооружение проектируется так, чтобы были обеспечены определенные рабочие параметры. Однако реальное положение не дает возможности гарантировать полное соответствие возводимого объекта проектируемым характеристикам, понятно, что заранее ничего нельзя сказать о степени нарушения такого соответствия. Однако в определенной мере можно предусмотреть чувствительность конструкции к дефектам, как исходного состояния, так и накапливаемым в процессе эксплуатации. Повреждения в жилых зданиях из местных материалов, можно разделить на следующие виды:

- 1) в несущих конструкциях;
- 2) не несущих конструкциях (на ограждающих конструкциях).

Отметим, что основным требованием международных стандартов является принцип безопасности конечной продукции, т.е. системы в целом. Она во

многим определяется условиями эксплуатации системы и обуславливается изменчивостью во времени внутренних свойств (материалов) и внешних условий (нагрузок и воздействий).

Современная концепция приемлемого риска реальности разрушения строительных объектов при неординарных запроектных воздействиях позволяет привлекать для аналитического моделирования теорию повреждаемости сооружений. Последняя может качественно и количественно оценить неразрушаемость сооружения в течение всего расчетного эксплуатационного промежутка времени, включая внезапные запроектные воздействия.

Таким образом, накопленный уровень знаний в области статики и динамики конструкций позволяет перейти от общих концептуальных представлений о живучести конструкций к моделированию процессов деформации и разрушения в рамках методов нелинейной динамики [3, 46, 57, 68, 132, 133, 184], к обеспечению не только структурной безопасности, но и *живучести объектов*.

При конструировании и расчете строительных конструкций необходимо перейти от принципа равнопрочности к принципу обеспечения надежности каждого элемента, учитывая его значение для безопасности всей конструкции в целом

Вышеприведенные рассуждения является основанием для применения **методов теории катастроф в исследованиях деформировании и разрушении полухрупких строительных материалов.**

При воздействии статических и динамических нагрузок горные породы вокруг выработок и скважин, а также и некоторые строительные материалы переходят в предельное состояние и затем разрушаются в условиях неоднородных объемных напряженных состояний или находятся в полуразрушенном состоянии при напряжениях, меньших предела прочности. Характерной особенностью эффекта увеличения их поведения является наличие объема (дилатансия) в процессе необратимой деформации. В горном деле явление дилатансии изучается для понимания природы горных ударов и в связи

с оценкой устойчивости подземных обнажений, откосов, горных склонов, бортов карьеров и т.д.

Известно, что массивы горных пород техногенных частей земной коры **в сейсмоактивных горноскладчатых областях находятся в запредельном напряженно-деформированном состоянии** на уровне остаточной прочности.

Явление дилатансии широко используется в сейсмологии для описания процессов подготовки землетрясения. Как отмечает американский сейсмолог В. Брейс, трещины начинают формироваться при напряжениях около половины прочности пород на растяжение, их плоскости примерно параллельны плоскостям наименьшего сжатия. При возрастании, напряжения трещины удлиняются и умножаются.

В настоящее время моделирование привлекает пристальное внимание и чрезвычайно широко используется во многих областях знаний: от философии и других гуманитарных знаний до ядерной и другой физики, от проблем радиотехники и электротехники до механики и механики жидкости, физиологии и биологии и т. д. Моделирование - это: а) общенаучное и эффективное средство познания; б) внедрение и разработка методов прогнозирования проектов; в) анализ и оценка ответственного принятия решений в методологии машинного моделирования перспективных планов и проектов в области экономики. Различные варианты и результаты их реализации.

3.1. Теория катастроф и ее применение для целей моделирования повреждаемости

Выдающийся французский ученый А.Пуанкаре убедительно показал, что во многих случаях необходим лишь ограниченный объем информации качественного характера, которая представляет интерес при изучении конкретных систем уравнений. В таких случаях полный набор решений уравнений, полученных в результате кропотливой работы, можно считать скорее препятствием, чем подспорьем в деле понимания качественных изменений в поведении решений уравнений или систем уравнений [21].

Чтобы уточнить, что же конкретно изучает теория катастроф, рассмотрим решение $\psi_1(t, x; c_\alpha)$, $\psi_2(t, x; c_\alpha)$,... системы n уравнений, определенной в пространстве R^N с координатами $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$

$$F(\psi_j; c_\alpha; t, \frac{d\psi_j}{dt}, \frac{d^2\psi_j}{dt^2}, \dots; x_l; \frac{\partial\psi_j}{\partial x_l}, \frac{\partial^2\psi_j}{\partial x_l \partial x_m}, \dots; \int dx_l, \dots) = 0 \quad (3.1.1)$$

где

$$1 \leq i \leq n, \quad 1 \leq l, \quad m \leq N, \quad 1 \leq \alpha \leq r,$$

причем переменные x_l и t можно считать соответственно пространственными и временными координатами. Решения описывают состояние некоторой системы, поэтому будем называть их переменными состояниями. Предполагается, что уравнения $F_i = 0$ зависят от r параметров c_α (числа Рейнольдса, структурной константы, напряженности магнитного поля и т.д.), т.е. последние могут качественно влиять на свойства решений ψ_j , и естественно назвать их *управляющими параметрами*.

Проблема исследования решений системы уравнений (3.1.1), даже если речь идет лишь о том, как зависят эти решения от управляющих параметров c_α , является исключительно сложной, однако ее можно упростить, сделав ряд последовательных предположений:

1. Предположим, что выражение (3.1.1), которое в самом общем виде будет интегро-дифференциальным уравнением (или значительно хуже), в действительности не содержит интегралов. Фактически это означает, что система уравнений (3.1.1) есть не что иное, как множество (нелинейных) уравнений в частных производных.

2. В целях дальнейшего упрощения предположим, что система уравнений (3.1.1) не содержит пространственных производных любого порядка, т.е.

$$F_i = F_i \left(\psi_j; c_\alpha; t, \frac{d\psi_j}{dt}, \frac{d^2\psi_j}{dt^2}, \dots; x_l; \text{---}; \text{---} \right) \quad (3.1.2)$$

3. Поскольку решение данной системы уравнений вызывает существенные затруднения, предположим, что она полностью не зависит от пространственных координат x_l :

$$F_i = F_i \left(\psi_j; c_\alpha; t, \frac{d\psi_j}{dt}, \frac{d^2\psi_j}{dt^2}, \dots; \text{---}; \text{---}; \text{---} \right) \quad (3.1.3)$$

4. Следующее предположение сводится к тому, что система уравнений (3.1.3) содержит производные по времени не выше первого порядка и, кроме того, эти производные входят в упрощенную функцию F_i специальным («каноническим») образом:

$$F_i = \frac{d\psi_i}{dt} - f_i(\psi_j; c_\alpha; t) \quad (3.1.4)$$

Систему уравнений данного типа ($F_i = 0$) называют *динамической системой*. И опять же она слишком трудна для исследования.

5. Для упрощения динамической системы предположим, что функции f_i [выражение (3.1.4)] полностью не зависят от времени. Тогда получим так называемую *автономную динамическую систему* уравнений:

$$F_i = \frac{d\psi_i}{dt} - f_i(\psi_j; c_\alpha; \text{---}) = 0 \quad (3.1.5)$$

Относительно автономных динамических систем, зависящих от малого числа управляющих параметров ($k \leq 4$), уже может быть высказано несколько полезных и сильных утверждений.

6. Наконец, заметим, что функции f_i многим аналогичны компонентам силы в классической механике. В последней существенное упрощение возможно тогда, когда сила является консервативной. Если все функции f_i могут быть заданы антиградиентом (по отношению к ψ_i) некоторой потенциальной функции, то получаем систему уравнений:

$$f_i = - \frac{\partial V(\psi_j; c_\alpha)}{\partial \psi_i},$$

$$F_i = \frac{\partial \psi_i}{dt} + \frac{\partial V(\psi_j; c_\alpha)}{\partial \psi_i} = 0, \quad (3.1.6)$$

которую называют *градиентной системой* ($\dot{\psi} = -\nabla_\psi V$). О свойствах таких систем может быть доказано довольно много глубоких теорем.

Особый интерес представляет изучение состояния равновесия $d\psi_i / dt = 0$ градиентных динамических систем, которое может быть описано с помощью следующей системы уравнений:

$$\frac{\partial V(\psi_j; c_\alpha)}{\partial \psi_i} = 0 \quad (3.1.7)$$

(Эти уравнения могут не иметь решений [$V(\psi) = \psi$], иметь одно [$V(\psi) = \psi^2$] или более чем одно решение [$V(\psi; c) = \psi^4 + c\psi^2$, одно решение, если $c > 0$, и три решения, если $c < 0$]). В этом случае может быть доказано большое число полезных и сильных утверждений как о состоянии равновесия градиентных систем, так и о том, как эти состояния зависят от управляющих параметров c_α .

Таким образом, можно сделать вывод, согласно которому *элементарная теория катастроф* - позволяет описать во взаимодействии равновесия $\psi_j(c_\alpha)$ объекта исследования потенциальной функции $V(\psi_j, c_\alpha)$ силового воздействия и получить характер изменения исходных данных при изменении управляющих параметров c_α (таблице 3.1) [21].

Таблица 3.1. - Структурный вид уравнений элементарной теории катастроф

Упрощающие предположения	Структурный вид уравнений $F_i=0$	Примечания
0	$F_i \left(\psi_j; c_\alpha; t, \frac{d\psi_j}{dt}, \frac{d^2\psi_j}{dt^2}, \dots; x_l; \frac{\partial\psi_j}{\partial x_l}, \frac{\partial^2\psi_j}{\partial x_l \partial x_m}, \dots; \int dx_l, \dots \right)$	
1	$F_i \left(\psi_j; c_\alpha; t, \frac{d\psi_j}{dt}, \frac{d^2\psi_j}{dt^2}, \dots; x_l; \frac{\partial\psi_j}{\partial x_l}, \frac{\partial^2\psi_j}{\partial x_l \partial x_m}, \dots; \text{-----} \right)$	
2	$F_i \left(\psi_j; c_\alpha; t, \frac{d\psi_j}{dt}, \frac{d^2\psi_j}{dt^2}, \dots; x_l; \text{-----}; \text{-----} \right)$	
3	$F_i \left(\psi_j; c_\alpha; t, \frac{d\psi_j}{dt}, \frac{d^2\psi_j}{dt^2}, \dots; \text{---}; \text{-----}; \text{-----} \right)$	
4	$F_i = \frac{d\psi_i}{dt} - f_i(\psi_j; c_\alpha; t)$	Динамические системы
5	$F_i = \frac{d\psi_i}{dt} - f_i(\psi_j; c_\alpha; \text{---})$	Автономные динамические системы
6	$F_i = \frac{d\psi_i}{dt} + \frac{\partial V(\psi_j; c_\alpha)}{\partial \psi_i}$	Градиентные системы
7	$0 = 0 + \frac{\partial V(\psi_j; c_\alpha)}{\partial \psi_i}$	Состояния равновесия градиентных систем

3.2. Об определяющих уравнениях для деформируемых твердых тел

Теория пластического течения представляет собой достаточно общую теорию неупругого деформирования широкого класса материалов. По существу, указанная теория применима только к упрочняющимся и упруго-идеально-пластическим материалам и прежде всего из-за принятия постулата Друккера. Поведение металлов при повышенных температурах и подавляющего большинства геоматериалов (под нагрузки) может не соответствовать этому постулату. Естественно поэтому такие материалы не могут быть удовлетворительно описаны теорией пластического течения [3].

В последние десятилетия значительные усилия направлены на развитие так называемых теорий, основанных на введении внутренних параметров состояния. Многие модели такого типа имеют математическую структуру, сходную вязкопластической модели, где принято, что скорость неупругой деформации в любой момент времени считается функцией напряжений и внутренних параметров, но не скоростей изменения напряжений.

Поскольку в подобных теориях не появляются характерные поверхности текучести или специальные критерии нагружения в смысле классической теории пластичности, учет разупрочнения не представляет особых трудностей.

В основанных на концепции внутренних параметров теориях предполагается, что упругие и неупругие деформации имеют место на каждом этапе нагружения, разгрузки и повторного нагружения. При этом могут быть учтены такие особенности процесса деформирования, как чувствительность к скорости деформации, упрочнение, эффект Баушингера, зависимость от истории нагружения, обратная ползучесть, разупрочнение и т.д., встречающиеся при деформировании металлов при повышенных температурах и полухрупких материалов, горных пород [3, 75, 156, 157].

Не останавливаясь подробно на формальных представлениях связи между напряженным и деформированным состояниями, укажем лишь, что внутренние параметры характеризуют текущее деформированное состояние материала. Они изменяются вдоль траектории деформирования по определенным законам и их

значение в некоторый момент времени зависят от истории деформирования до этого времени. Количество внутренних параметров различно для разных моделей и в принципе они могут быть скалярными или векторными величинами [3].

По мнению [69], внутренние параметры состояния могут вводиться в определяющие уравнения состояния более или менее формальным образом. Связь между физической идентификацией структурных состояний материала и вводимыми параметрами осуществляется построением кинетических (эволюционных) уравнений.

3.3. Некоторые особенности моделирования процесса деформации полухрупких материалов

Полухрупкие, хрупкие материалы и горные породы, как известно [3, 61, 135-137, 156, 157], относятся к начально-неоднородным материалам и за пределом упругости могут быть интерпретированы как диссипативные структуры [19, 91, 115, 167]. Недостаточное знание физической природы протекающих процессов, случайное распределение дефектов в материале, а также неопределенный характер внешних воздействий, как правило, не позволяют описать нелинейные процессы деформирования полухрупких материалов прямыми аналитическими методами [3].

Методика расчета по предельным состояниям, обладая рядом положительных сторон в то же время разделяет влияние статистической изменчивости нагрузок и несущей способности на поведение конструкций в эксплуатации. Поэтому метод предельных состояний, принятый в нормах проектирования строительных конструкций, называют полувероятностным. В настоящее время общепризнано, что поведение строительных конструкций в эксплуатации обусловлено взаимодействием целого ряда факторов случайной природы. Поэтому методы их расчета должны быть основаны на использовании вероятностных методов, отражающих смысл физических явлений.

Моделирование процессов повреждаемости с позиций синергетики в нашем случае с введением внутренних параметров не только учитывает формальные представления о связи между напряженным и деформированным состоянием, но и характеризует текущее деформированное состояние материала. Они изменяются вдоль траектории деформирования по определенным законам, и их значение в какой-то момент времени зависит от предыстории деформации до этого времени. Количество внутренних параметров различно для разных моделей и в принципе они могут быть скалярными или векторными величинами [74].

Отметим, что в Китае и Японии проводятся экспериментальные испытания сейсмостойкости высотных домов в натуре (а не в модели) на очень мощных специальных сейсмоплатформах. В Казахстане аналогичные испытания проводятся непосредственно на здании, нагруженном мощными вибраторами, установленными на крыше дома. Конечно, такая практическая работа стоит настолько дорого, что в Кыргызстане она пока невозможна из-за отсутствия финансовых и экспериментальных средств. В этой ситуации рекомендуется развивать опыт, имеющийся в КИСИ им. Н. Исанова и начать первые экспериментальные исследования сейсмостойкости этажных и индивидуальных жилых домов на их физических моделях, с соблюдением масштаба моделирования. В условиях ограниченных финансовых ресурсов это основной надежный метод проверки качества и безопасности как действующих, так и строящихся зданий.

Оригинальность и перспективность предложенного метода исследования позволяют воздействовать на модель дома сеймонагрузкой (колебанием) в широком диапазоне - от слабых до разрушающих, ускорения и амплитуды, времени воздействия, имитирующие землетрясения различной силой. Можно создавать, то есть моделировать различные типы зданий, испытывать различные сейсмические нагрузки, различные материалы и конструкции несущих элементов и самой постройки здания. Построенная модель доводится до разрушения или выстоит, все параметры вынужденных колебаний

(землетрясений) будут фиксироваться цифровым измерительным оборудованием (сейсмографом), затем эти данные обрабатываются и можно получить экспериментальные данные о разрушении или устойчивости модели дома при той или иной силе вынужденных колебаний, т.е. землетрясений.

Помимо практических экспериментов, исследования также дают новые научные результаты, поскольку такая экспериментальная работа не проводилась в полной мере в научной практике наших ученых. Результатом данной работы могут быть научные рекомендации по внесению некоторых корректировок в существующие строительные нормы и правила.

Почему применить синергетику: а) поскольку строительные материалы относятся полухрупким (кирпич, бетон и др.), можно применить ранее разработанный аппарат «теория пластического течения»; б) в дальнейшем развитии теория пластического течения для строительных материалов и конструкций применяется «теория катастроф» (повреждаемости, дефекты и др.).

Поскольку выявление повреждений, накопление повреждений и дефектов не приводят к окончательному разрушению домов из местных материалов, мы рассмотрим запередельным или запроектным состояниям.

Анализ деформирования и разрушения полухрупких материалов показывает необходимость учета кооперативного взаимодействия различных процессов, реализуемых в диссипативной структуре. При исследовании поведения указанных материалов можно выделить несколько этапов, на первом из которых деформации предполагаются упругими, и моделируется как упруго-ортотропная среда. При этом в условиях осевого сжатия объемная деформация, оставаясь отрицательной, растет по модулю. В области упрочнения, которой соответствует небольшая часть накопленной к моменту разрушения деформации, изменения объема по модулю убывает. Временному сопротивлению отвечает нулевое значение объемной деформации, характерное для пластичных материалов.

Особенностью в поведении полухрупких материалов следует считать наличие запредельной области, в которой при продолжающемся росте деформаций происходит снижение напряжений. На этом последнем этапе объемная деформация становится положительной и обладает тенденцией к возрастанию.

За пределом упругости в полухрупких материалах, как и в других материалах, возникают локальные участки поверхностей скольжения, в которых в процессе дальнейшего деформирования постепенно подготавливаются макроскопические разрушения [54, 55]. Внутреннюю сущность подобного явления можно смоделировать с привлечением идеализированной схемы-механизма реализации пластической деформации, восходящей к идеям Т. Кармана, С. А. Христиановича и Е. И. Шемякина [172, 173]. В исследованиях [6] сформулированы и экспериментально обоснованы основные положения такого подхода [3]. В работе профессора Б.А. Рычкова [137] отмечено, что в особом случае достигается полная пластичность, когда активным становятся две площадки скольжений, это подтверждается проведенными экспериментальными работами В.А. Паняева [102]. А у полухрупких материалов пластическая деформация сопровождается разрыхлением, которое также поддается моделированию наглядными механическими представлениями [137].

Описанные здесь особенности упругопластического деформирования позволяют четче и яснее воспринимать поведения хрупких и полухрупких материалов, “конструировать” механизм явлений и вводить наглядные представления. В соответствии с этим пластическую деформацию будем связывать с образованием поверхностей скольжения, близких к действиям максимальных касательных напряжений. Поэтому диаграммы зависимости максимального касательного напряжения T от максимальной деформации сдвига G содержат информацию, учитывающую основные этапы упругопластического деформирования и разрушения.

При построении определяющих соотношений нельзя обойти вниманием характерный для полухрупких материалов эффект пластического разрыхления

(дилатансия), который характеризуется зависимостью относительного изменения объема θ от деформации сдвига Γ .

Исходя из сказанного в качестве исходной информации принимаются паспортные зависимости максимального касательного напряжения и относительного изменения объема от максимального сдвига, построенные на основании известных опытов на одноосное сжатие [3, 156].

На рисунке 3.1. представлено качественное поведение паспортных зависимостей $T(\Gamma)$ (кривая 1) и $\theta(\Gamma)$ (кривая 2). Упругий участок диаграммы $T = T(\Gamma)$ ($\Gamma \leq \Gamma_e$, $T \leq T_e$) сменяется областью упрочнения, переходящей при $\Gamma = \Gamma_0$, $T = T_0$ в зону разупрочнения.

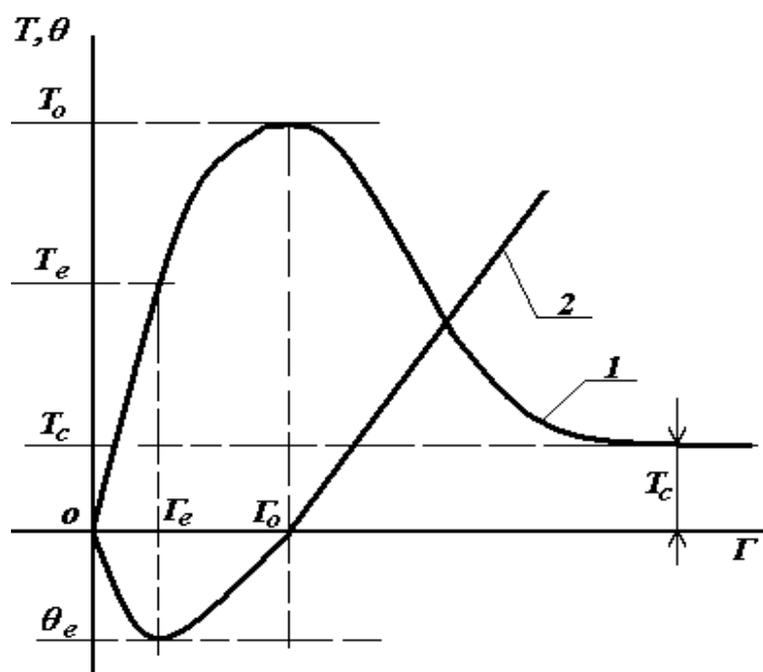


Рисунок 3.1 - Диаграммы зависимости максимального касательного напряжения T (кривая 1) и относительного изменения объема θ (кривая 2) от деформации сдвига Γ

После достижения (критического) сдвига наступает разрушение. Опытные данные [156] указывают на то, что изменения объема не происходит, иными словами, на пределе прочности материал становится несжимаемым. При этом происходит смена знака объемной деформации с минуса на плюс. Последнее означает, что переход на нисходящую ветвь сопровождается изменением форм масса переноса в сторону превалирования разрыхления.

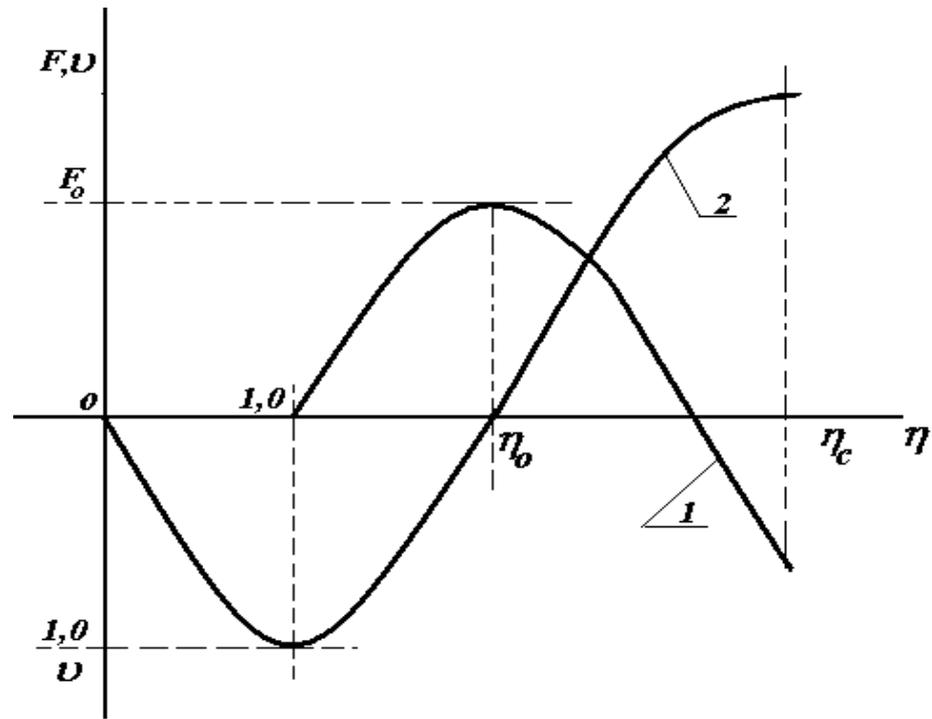


Рисунок 3.2 - Диаграммы зависимости нормированного напряжения F (кривая 1) и относительного нормированного изменения объема g (кривая 2) от нормированной деформации сдвига η

Для описания закономерностей деформирования введем нормировку координат, полагая:

$$F = \frac{T}{T_e} - 1, \quad \eta = \frac{\Gamma}{\Gamma_e}, \quad g = \frac{\theta}{\theta_e}, \quad (3.3.1)$$

где θ_e - объемная деформация, соответствующая пределу упругости.

На основании (3.3.1) диаграммы $T(\Gamma)$ и $\theta(\Gamma)$ могут быть представлены в форме $F = F(\eta)$ и $g = g(\eta)$ - кривая 1,2 на рисунке 3.2. Нормированные напряжения F представляют собой отклик материала на механические воздействия и реагируют на дефекты не только исходного состояния, но и появившиеся в процессе нагружения.

В соответствии с классификацией пространственно-временных структур [19, 90, 91] хрупкие, полухрупкие материалы, горные породы на больших глубинах могут считаться автоструктурами – локализованными пространственными образованиями, устойчиво существующими в диссипативных неравновесных средах и не зависящих от изменения начальных

и граничных условий. Наряду с указанной независимостью, с учетом диссипативности и нелинейности неравновесной среды, автоструктурами свойственно принять информацию при передаче возбуждений в пространстве и формировать ансамбли макроструктур на различных масштабных уровнях. Именно поэтому процесс деформации и разрушения хрупких, полухрупких материалов, горных пород может рассматриваться как иерархия неустойчивостей, обусловленных самоорганизацией. Это явление характерно для медленного изменения воздействия окружающей среды, приводящей к макроэффектам, называемым синергетическими [168].

Исходя из сказанного, будем отождествлять материал (хрупких материалов) с автономной динамической системой [21]. В этом случае координата η может быть выбрана в качестве параметра порядка [21], которая в пространстве силовых и кинематических переменных подчиняется эволюционному уравнению вида:

$$\frac{d\eta}{dt} = \Psi(F, \eta, q) \quad (3.3.2)$$

где q - определяет семейство управляющих параметров; Ψ - функция, характеризующая внешнее силовое воздействие.

При консервативном характере внешнего силового поля ответственность за флуктуации может быть возложена на управляющий параметр q . При этом кинетическое уравнение может быть упрощено путем превращения автономной динамической системы в градиентную [90] следующим образом:

$$\frac{d\eta}{dt} = - \frac{\partial \mathcal{V}(F, \eta, q)}{\partial \eta} = \Psi(F, \eta, q) \quad (3.3.3)$$

причем $\mathcal{V}(F, \eta, q)$ – некоторая “потенциальная” функция.

Вдали от равновесия система эволюционирует к стационарному состоянию, которому отвечает условие:

$$\frac{\partial \mathcal{V}(F, \eta, q)}{\partial \eta} = 0 \quad (3.3.4)$$

Введем, следуя [174], такие предположения относительно зависимости системы от управляющих параметров q :

“потенциальная” функция $V(F, \eta, q)$ - гладкая функция переменных η, q ;

для каждого значения q система, описываемая функцией $V(F, \eta, q)$, достигает равновесия настолько быстро, что процесс может рассматриваться как мгновенно протекающий. Подобное скачкообразное изменение поведения системы в фазовом пространстве описывает элементарной теорией катастроф.

Таким образом, заключаем, что приведенные соображения свидетельствуют о полезности привлечения методов теории катастроф в качестве инструмента для описания равновесия, устойчивости и ее потери, причем под устойчивостью понимается устойчивость деформирования, а ее потеря есть потеря устойчивости деформирования (ниспадающая ветвь диаграммы $F - \eta$ (рисунок 3.2.)).

Отметим еще раз, что в процессе деформирования система проходит ряд состояний, смена которых происходит в критических точках. Так, при $\eta = 1$ наступает пластичность и формируется диссипативная структура, которая при $\eta > \eta_0$ (запредельная область) сменяется новой диссипативной структурой. Следовательно, процессы деформирования хрупких и полухрупких материалов можно интерпретировать как иерархию стационарных состояний диссипативных структур [3].

3.4. Энергетическая функция состояния объекта – в рамках теории катастроф

В рамках аддитивного подхода будем разделять накопленную деформацию на упругую и неупругую составляющие. Потенциальную функцию, отвечающую упругой компоненте, разложим в ряд Тейлора вблизи состояния равновесия, устойчивого при малых внешних нагрузках:

$$V_p = V_0 + V_1(\eta - 1) + \frac{1}{2}V_2(\eta - 1)^2 + \frac{1}{3}V_3(\eta - 1)^3 + \dots \quad (3.4.1)$$

Функцию V_p подбираем так, чтобы состояние равновесия имело место при $\eta = 1$ и, следовательно, выполнялось условие:

$$\left. \frac{dV_p}{d\eta} \right|_{\eta=1} = \left[V_1 + V_2(\eta - 1) + \frac{1}{2}V_3(\eta - 1)^2 + \dots \right]_{\eta_c=1} = 0. \quad (3.4.2)$$

В разложении (3.3.1) можно положить $V_0 = 0$ в силу (3.4.2) и без ограничения общности $V_1 = 0$. Это означает, что ряд Тейлора будет начинаться с квадратичных членов. Исследуя (3.4.1) в зависимости от нормированного напряженного от нуля до критического значения, потенциальную функцию представим с сохранением квадратичного члена в виде:

$$V_p(F, \eta) = \frac{1}{2}(F_0 - F)\eta^2 + \frac{1}{3}\eta^3 + \dots \quad (3.4.3)$$

Далее полагаем, что упругая (консервативная) часть энергетической функции состояния отвечает совершенной (бездефектной) системе. При этом управляющими параметрами являются только внешние силы F .

В действительности в процессе нагружения хрупких материалов накапливаются неупругие деформации, и материал следует рассматривать как несовершенную (диссипативную) систему. Следовательно, к потенциалу (3.4.3) должна добавляться функция, отвечающая за реакцию на несовершенства [3]. При таком подходе в рамках теории катастроф энергетическую функцию состояния представим как суперпозицию потенциала $V_p(F, \eta)$ и возмущения $S = S(\eta, q)$:

$$V(F, \eta, q) = V_p(F, \eta) + S(\eta, q), \quad (3.4.4)$$

причем q , как выше, являются управляющими параметрами, которые назовем параметрами несовершенства.

Для возмущающей функции применим морсовское разложение [64] вида:

$$S(\eta, q) = q_1\eta + \frac{1}{2}q_2\eta^2 + \frac{1}{3}q_3\eta^3 + \dots \quad (3.4.5)$$

Зависимость (3.4.5) путем соответствующей нелинейной замены может быть приведена к каноническому виду [174]. Формально математически такая замена

вполне достоверна. Но подобное преобразование вполне может привести к сложной нелинейной связи между F и управляющими параметрами q . Поэтому в формуле (3.4.5) отбросим слагаемые выше второй степени, а квадратичный член сохраним, чтобы показать его второстепенную роль.

С учетом сказанного, энергетическая функция состояния может быть записана так:

$$V(F, \eta, q) = q_1 \eta + \frac{1}{2} (F_0 + q_2 - F) \eta^2 + \frac{1}{3} \eta^3. \quad (3.4.6)$$

Состояние равновесия определяем минимизацией (3.3.6) по параметру порядка. Имеем:

$$\frac{dV(F, \eta, q)}{d\eta} = q_1 + (F_0 + q_2 - F) \eta + \eta^2 = 0 \quad (3.4.7)$$

Уравнение (3.4.7) с позиций теории катастроф можно рассматривать как двумерное многообразие, включенное в пространство R^3 , с координатными осями η, F, q . Состояние равновесия будет найдено для каждого значения $q_1 = const$. Положение критических точек и тип их устойчивости легко определяются – все точки левее $\eta = \eta_0 (\eta \in]1, \eta_0[)$ (см. рисунок 3.2.) есть локально устойчивые критические точки, все точки $\eta \in]\eta_0, \eta_c[$ - неустойчивые критические точки. Смена типа устойчивости происходит при $\eta = \eta_0$ [3].

Поведение материала в зависимости от нагрузки связано с параметром q . При $q_1 < 0$ для каждого значения F имеют место две критические точки, при $q_1 > 0$ выделяется область, в которой критические точки отсутствуют. Последнее наблюдается если:

$$-q_1 + \left(\frac{F_0 + q_2 - F}{2} \right)^2 < 0 \quad (3.4.8)$$

Таким образом, чувствительность материала к несовершенству системы слабо зависит от q_2 и позволяет исключить из равновесия все возмущения, кроме линейного.

С учетом проведенного анализа уравнения (3.4.6) будет иметь вид:

$$V(F, \eta, q) = q\eta + \frac{1}{2}(F_0 - F)\eta^2 + \frac{1}{3}\eta^3 \quad (3.4.9)$$

где $q = q_1 (q < 0)$; $\eta \in]1, \eta_c[$, ($\eta \geq 1$).

Уравнения состояния, следовательно, запишется так:

$$F = \frac{q}{\eta} + \eta + F_0 \quad (3.4.10)$$

С использованием обозначений (3.3.1) уравнения (3.4.10) может быть заменено на следующее:

$$T = \frac{T_e}{\Gamma_e} \left(\Gamma + \frac{q\Gamma_e^2}{\Gamma} \right) + T_o \quad (3.4.11)$$

здесь зависимость $T_e = T_e(\Gamma_e)$ может быть представлена модель упруго-ортотропной среды, для линейно упруго модели отношение $T_e/\Gamma_e = G$ представляет собой модуль сдвига [3].

3.5. Некоторые особенности моделирования процесса деформации конструкции малоэтажных зданий

В настоящее время существующие жилые дома, преобладающее количество которых построены из местных материалов, остро нуждается в модернизации, усилении и реконструкции. Для выполнения поставленных задач необходимо проводить комплекс экспериментальных и теоретических исследований. Результатом экспериментальных работ является выявление слабых мест или так называемых очагов зарождения трещин и динамика их распространения [40, 41]. При этом особое внимание должно быть уделено к тем узлам конструкции, которые влияют на несущую способность здания в целом. Хорошо известно, что постановка и решение задач безопасности сооружений базируется на основе теории предельных состояний. Исследование процессов конструктивной безопасности в традиционной форме можно считать не отвечающим современным требованиям. Поскольку значительная часть зданий и сооружений эксплуатируются в зонах, подверженных чрезвычайным

ситуациям природного и техногенного характера. Для таких объектов последствия землетрясений, оползней и селей могут оказаться катастрофическим. Отсутствие соответствующих нормативных документов приводит к тому, что разрабатываемые новации можно отнести к запроектным воздействиям [48].

Постановка задачи. Следуя [64], полагаем, что моделирование реальной, нелинейной физико-механической системы динамического типа начинается с введения координат состояния $\eta_i (i \in \overline{1, k})$, называемых параметрами порядка. К ним добавляется дополнительное множество параметров F_i , имитирующих отклик на изменение параметров η_i и представляющих собой внешние воздействия. Кроме того, предполагается наличие параметров β_i , ответственных за дефекты (несовершенства) исходного состояния системы и появившиеся в процессе ее эксплуатации.

В соответствии сказанному рассмотрим задачу моделирования несущей способности строительного объекта, которая ассоциируется с нелинейной динамической физико-механической системой.

Текущее состояние системы представляем в виде диссипативной среды, которой соответствует потенциальной функцией вида:

$$\Phi = \Phi(F, \eta, \beta) \quad (3.5.1)$$

где, как принято выше, F, η – силовой и деформационно-временной факторы, β параметр несовершенства.

Далее полагаем, что в процессе эксплуатации сооружение проходит ряд состояний, заметное изменение которых осуществляется путем смены диссипативных структур с появлением структур более высокого порядка и сложности. Подобный подход был использован при моделировании деформационного поведения горных пород и бетона с учетом запредельной ветви [3, 69, 132, 184].

При таком подходе вполне реально отождествлять деформационное поведение объекта с необратимыми процессами, завершающимися исчерпанием несущей способности.

Возводимые сооружения можно рассматривать как структурно-неоднородные объекты, которые в соответствии с классификацией пространственно-временных диссипативных структур [19, 91] могут считаться локализованными пространственными образованиями, устойчиво существующими в диссипативных неравновесных средах. Именно поэтому как уже отмечалось выше, процесс снижения несущей способности можно рассматривать как иерархию переходов из одного устойчивого состояния в новое, совершаемое в критических точках.

По существу, в процессе эксплуатации в объектах возникают синергетические эффекты [167, 168], причем при медленном характере внешнего воздействия их можно отнести к самоорганизации через управляющие параметры. Приведенные рассуждения свидетельствуют о полезности привлечения при детерминированном моделировании методов математической теории катастроф [21].

Динамическая модель. При формулировке модели градацию процесса эксплуатации будем рассматривать как дискретную Марковскую процедуру [121], в соответствии с которой последующие воздействия обусловлены лишь предыдущими событиями и не зависят от предшествующей истории нарушения.

Другими словами, потенциальную функцию (3.5.1) представим как суперпозицию потенциала $\Phi_p(F, \eta)$, ответственного за предшествующие состояния и возмущения $S(F, \eta, \beta)$, учитывающего накопившиеся повреждения (несовершенства) текущего состояния имеем, в форме:

$$\Phi(F, \eta, \beta) = \Phi_p(F, \eta) + S(\eta, \beta). \quad (3.5.2.)$$

Потенциальную функцию $\Phi_p(F, \eta)$ можно считать отвечающей некоторой на данный момент совершенной системе, для которой вблизи состояния равновесия возможно разложение в ряд Тейлора вида:

$$\Phi_p(F, \eta) = \Phi_0 + \Phi_1\eta + \frac{1}{2}\Phi_2\eta^2 + \frac{1}{3!}\Phi_3\eta^3 + \dots \quad (3.5.3)$$

В общем случае выбор параметра порядка η осуществляется так, чтобы совершенная система имела состояние равновесия при $\eta=0$. Тогда должно иметь место равенство:

$$\frac{d\Phi_p(F, \eta)}{d\eta} = \Phi_1 + \Phi_2\eta + \frac{1}{2}\Phi_3\eta^2 + \dots = 0 \quad (3.5.4)$$

Таким образом, приходим к условию $\Phi_0 = \Phi_1 = 0$.

Если предположить, что нагрузка F приближается к расчетной ($F \rightarrow F_c$), то потенциальная функция $\Phi = \Phi(F, \eta)$ запишется в виде:

$$\Phi_p(F, \eta) = \frac{1}{2}(F_c - F)\eta^2 + \frac{1}{3}\eta^3 + \dots \quad (3.5.5)$$

В выражении (3.5.5) произведена смена масштабов по осям F и η .

Далее считаем, что слагаемыми четвертой и более высоких степеней можно пренебречь.

Критические точки, соответствующие (3.5.5) определяются обычным способом их соотношения:

$$\frac{d\Phi_p}{d\eta} = \eta[(F_c - F) + \eta] = 0. \quad (3.5.6)$$

Решение уравнения (4.5.6) дает два корня:

$$\eta_1 = 0; \quad \eta_2 = F - F_c \quad (3.5.7)$$

Отсюда следует, что для совершенной системы смена состояний происходит в момент, когда критические точки η_1 и η_2 проходят одна через другую.

Возмущение $S(\eta, \beta)$ представим в виде морсовского разложения [21].
Имеем:

$$S(\eta, \beta) = \beta_1\eta + \frac{1}{2}\beta_2\eta^2 + \frac{1}{3}\beta_3\eta^3 + \dots \quad (3.5.8)$$

Формула (3.5.8), как ясно из [21], может быть представлена в канонической форме [57] посредством соответствующей нелинейной замены. Такая замена возможна математически, но с физической точки зрения она приведет к сложной нелинейной связи между силовой составляющей F и параметрами несовершенства β_1 . Поэтому, следуя [21], отбросим в (3.5.8) все члены, кроме линейного.

Тогда потенциальная функция $\Phi(F, \eta, \beta)$ (3.5.2), моделирующая несовершенную систему, запишется так:

$$\Phi(F, \eta, \beta) = \beta_1 \eta + \frac{1}{2}(F_c - F)\eta^2 + \frac{1}{3}\eta^3. \quad (3.5.9)$$

Критические точки отвечают равновесному состоянию и определяются условием:

$$\frac{d\Phi}{d\eta} = \beta_1 + (F_c - F)\eta + \eta^2 = 0. \quad (3.5.10)$$

Уравнение (3.5.10) с точки зрения теории катастроф можно рассматривать как двумерное многообразие, заключенное в пространство $|R|^3$ с координатными осями η, F, β_1 . Состояния равновесия будут найдены для каждого $\beta_1 = const$.

Отметим, что поведение несовершенной системы зависит от знака параметра несовершенства $\beta = \beta_1$. Из решения уравнения (3.5.10):

$$\eta_{1,2} = -\frac{F_c - F}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{F_c - F}{2}\right)^2 - \beta} \quad (3.5.11)$$

видно, что при $\beta < 0$ существуют две критические точки, а при $\beta > 0$ имеется область, в которой функция (3.5.9) вообще не имеет критических точек [72]. Последнее имеет место при выполнении условия:

$$\left(\frac{F_c - F}{2}\right)^2 - \beta < 0. \quad (3.5.12)$$

Обсуждение результатов теоретического исследования

1. Условие $\beta \leq 0$ означает существование локально устойчивого равновесия при всех значениях внешнего воздействия и, следовательно,

приводит к установлению некоторого критерия, характеризующего безопасность эксплуатации строительного объекта. Например, система предполагается безопасной, если при критическом нагружении F_c переменные состояния (параметр порядка) превышают некоторое предписанное безопасное значение $k: |\eta| > k$ [68].

2. При $\beta = \beta_1 > 0$ необходимость в подобной оценке отпадает, поскольку при $F = F_c$ устойчивое состояние равновесия перестает существовать. Здесь становится понятным, что чувствительность к накапливаемым несовершенствам слабо зависит от параметров β_1, β_2, \dots , а сильно – от $\beta_1 = \beta$. Поэтому принятое выше решение исключить все возмущения, кроме линейного (3.5.9), можно считать объективным.

3. Для несовершенных объектов, описываемым потенциальной функцией (3.5.9), при достижении внешних воздействий критического показателя F_c естественно предположить появление динамических флуктуаций, существенно снижающих несущую способность. Например, сейсмический фактор может привести при $F = F_c$ к переходу системы через потенциальный барьер. По существу, динамические воздействия могут привести устойчивый случай $\beta < 0$ к потере устойчивости. Эти переходы из устойчивого состояния в неустойчивое при динамических воздействиях сопровождаются возникновением запроектных решений [48] в форме появления «странных аттракторов» [68, 167].

Заключение по главе 3

1. Исходя из изучения современного состояния развития синергетики и теории самоорганизации, а также других теорий в прошлых исследованиях можно сделать вывод о том, что частицы в системах разной природы начинают участвовать в кооперативных движениях, образуются так называемые диссипативные структуры как во времени, так и в пространстве;

2. Теория катастроф позволяет описать взаимодействие равновесия объекта исследования с потенциальной функцией силового воздействия. Она

дает возможность определить характер изменения исходных данных при изменении управляющих параметров;

3. Особенности упругопластического деформирования позволяют четче и яснее воспринимать поведения хрупких и полухрупких материалов, “конструировать” механизм явлений и вводить наглядные представления. В соответствии с этим пластическую деформацию будем связывать с образованием поверхностей скольжения, близких к действиям максимальных касательных напряжений. Поэтому диаграммы зависимости максимального касательного напряжения T от максимальной деформации сдвига Γ содержат информацию, учитывающую основные этапы упругопластического деформирования и разрушения [3].

4. Введением параметра повреждаемости утверждается, что разрушения строительного объекта не является мгновенным актом и представляет собой процесс, подготавливаемый с самого начала эксплуатации за счет накопления несовершенств β . В зависимости от характеристики объекта параметр несовершенства β может принимать любые значения, для установления которого одного условия равновесия недостаточно. Поэтому целесообразной представляется разработка системы эволюционных уравнений, связывающих внешние воздействия и несовершенства с повреждаемостью.

5. В отдельности с позиции «синергетики» – современная концепция приемлемого риска реальности разрушения строительных объектов при неординарных запроектных воздействиях позволяет привлекать для аналитического моделирования теорию самоорганизации и синергетики. Это значит качественно и количественно оценить в целом неразрушаемость сооружения в течение всего расчетного эксплуатационного промежутка времени, включая внезапные запроектные воздействия с введением управляющих параметров.

ГЛАВА 4. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Значительное развитие строительной механики и возможность реализации сложных расчетов с помощью ИТ технологии позволяют исследователю и инженеру отвечать на обширный круг вопросов. Однако наряду с этим возникает ряд задач, для решения которых этих средств недостаточно. В одних случаях для расчета рассматриваемых систем нет еще достаточно обоснованных теоретических решений, в других случаях сами решения являются настолько сложными, что их не удастся довести до численного результата. При подобных обстоятельствах необходимо применять экспериментальный метод определения напряженно-деформированного состояния, либо метод несущей способности при рассмотрении системы. Большую часть этих исследований возможно проводить путём моделирования, выполняемых в зависимости от поставленных задач масштабах, при этом натурные испытания необходимы только в определенных ситуациях.

Для произведения проверки на правильность применения того или иного метода расчёта, учитывая также расчёт определенных ситуационных гипотез, применяется моделирование. Также моделирование можно применять как самостоятельный метод экспериментального расчёта конструкции. Значительным преимуществом проведения моделирования является изучение поведения конструкции в упругом и предельном состояниях.

При сравнении полученных результатов экспериментального расчета моделирования и результатов точных теоретических расчетов пространственных систем свидетельствует о том, что в зависимости от видов погрешность варьируется в пределах 3–20 % по виду исследуемых конструкций и по методам измерений. Это вполне удовлетворяет условиям инженерной практики, которая показывает, что предварительное исследование

моделирования работы конструкции позволяет подобрать оптимальный вариант решения и добиться экономии в строительстве в пределах 5–100 %.

Успешного решения задач с помощью моделирования можно достичь, если исследования поставить на строгую научную основу, позволяющей получить необходимый результат не только по данному конкретному случаю, но и сделать соответствующие обобщения и, что особенно важно, установить связь между величинами напряжений и деформаций, действующими в модели и в натуре. Такой научной основой для моделирования является теория подобия.

Помимо моделирования, осуществляемого на основе механического подобия деформируемых тел, исследование механических свойств строительных конструкций может осуществляться путем физического моделирования с использованием аналогии каких-либо физических полей (электрического, гидравлического и др.), отображающих свойства изучаемой конструктивной системы или ее элементов. На этом принципе, в частности, основаны ИТ технологии, которые успешно применяют при решении задач строительной механики.

Исследование работы конструкции может быть выполнено также с помощью математического моделирования путем анализа и решения уравнений, отображающих свойства рассматриваемой конструкции.

Весьма эффективным может оказаться комплексное использование ИТ технологии и моделей, основанных на механическом подобии.

Весьма важным фактором является выбор масштаба модели, так как от этого зависит и точность получаемых результатов, и время, необходимое для эксперимента, и материальные затраты. Также необходимо учесть, что применение моделирования в малых масштабах оценивается достаточно дешевле в 5–10 раз, чем натурные испытания. Это позволяет проводить испытания в большом количестве, то есть при необходимости проводить испытания до стадии разрушения.

Продвижение проведенных исследований теоретически невозможно, если экспериментально изучить действительную работу материалов конструкций под нагрузкой. При расчетах на сейсмостойкость возводимых домов результаты экспериментальных исследований нужны для подтверждения правильности принимаемых решений.

4.1. Принцип работы и технические характеристики сейсмоплатформы

Используемая сейсмоплатформа предназначена для установления общих качественных закономерностей сейсмических колебаний моделей испытуемых домов разного типа, и изучение эффективности предложенных технико-технологических решений в зависимости от характера и интенсивности колебаний, задаваемых искусственным путем.

Как уже было отмечено, движение частиц грунта во время землетрясений происходит по весьма сложной пространственной траектории и не подчиняется строгой математической закономерности. Однако опыт проектирования инженерных сооружений в сейсмических зонах показывает, что для обеспечения безопасности достаточно учитывать сейсмическое движение в одной из главных плоскостей сооружения, при этом обращая внимание только на горизонтальную составляющую движения. Она считается наиболее опасной для устойчивости сооружения

Поэтому испытание моделей осуществляется на сейсмической платформе, воспроизводящей горизонтальные колебания по определенному закону, в достаточной степени, удовлетворяющей требованиям экспериментального исследования вопросов сейсмостойкости. С учетом этого сейсмоплатформа, общий вид которого приведен на рисунке 4, выполненная однокомпонентной в соответствии по следующим техническим характеристикам:

- источник питания переменного напряжения - 380 В;
- мощность потребления – 50 кВт;
- частота колебаний с блокировкой защитного устройства – от 1 до 7,3 Гц;

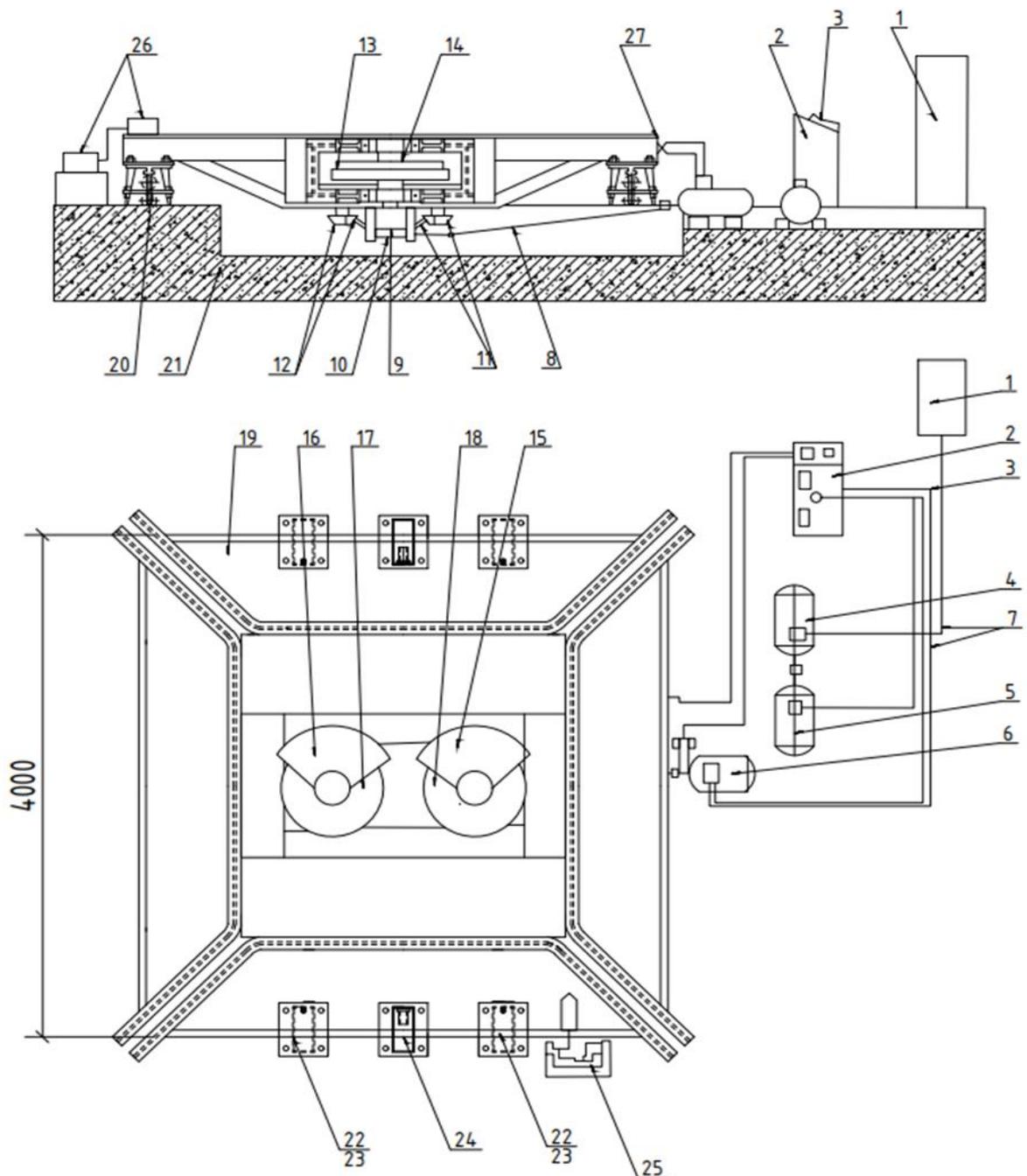


Рисунок 4.1 - Схема испытательной платформы: 1-силовой шкаф, 2-панель управление, 3-рукоятка латора, 4-электродвигатель трехфазного тока, 5- генератор постоянного тока, 6- электродвигатель постоянного тока, 7-кабели силовые, 8-карданный вал, 9-редуктор дебалансов, 10-вал редуктора, 11-12-конические зубчатые передачи, 13-14-валы дебалансов, 15-16-дебалансы основные, 17-18- дебалансы вспомогательные, 19- сейсмоплатформа, 20-опора, 21-фундамент, 22- пневматический амортизатор, 23- опора амортизатора, 24-упор предохранительный, 25-регистрация видимой записи, 26-акселерометр типа GeoSIC. 27-визуальный индикатор частотомер.

- амплитуда колебаний – от 0,14 до 2,1 см;
- подъемность груза – 15 т;
- размеры стола габаритами – 4200x4200x800 мм.

Сейсмоплатформа состоит из двух основных частей: электрической и механической (приложение В).

Электрическая часть содержит три блока. Блок 1 включает в себя силовой шкаф, двигатель привода генератора, генератор постоянного тока, двигатель постоянного тока и электрическую цепь блокировки трансформатора выпрямительных мостов. Блок 2 состоит из электрической цепи, трансформатора переключателей осциллографов, шунтовых коробок и датчиков. Блок 3 содержит конденсаторные батареи, уменьшения пульсации тока выпрямительного моста и контактных реле защиты.

Механическая часть. Регулируемое напряжение с блока 2 поступает в электродвигатель постоянного тока блок 1 создавая вращательное движение кардана, который в свою очередь соединен с редуктором. Редуктор содержит два вала вращения, к которым закреплен дебалансы. Каждый из дебалансов состоит из двух дисков позволяющих уменьшать кинематический момент и возмущающую силу от максимума до 0° путем смещение дисков дебаланса относительно друг друга от 0° до 180° . На дебалансах предусмотрена возможность распределения массы 8 ми фиксированными положениями, а также предусмотрена возможность установки дополнительных сегментов, предназначенных для увеличения кинематического момента. Корпус редуктора жестко закреплен с основанием стола сейсмоплатформы.

Геометрические параметры и массы исследуемых моделей определяются техническими характеристиками платформы. В связи с тем, что сейсмические колебания охватывают широкий диапазон частот и амплитуд, в большей степени подбор динамических параметров испытываемой модели определяется диапазоном частот и амплитуд колебаний сейсмоплатформы. Частота и амплитуда колебаний сейсмоплатформы определяются положением дебалансов. Предварительное проведение их настройки и запись осциллограммы,

устанавливают зависимость частоты и амплитуды колебаний сейсмоплатформы от положений дебалансов.

4.2. Принципы решения задач точного и приближенного моделирования

Применение различных способов моделирования возможно при исследовании объекта и изучении их свойств.

Моделирование строится на определенных принципах, согласно которым должны существовать определенные соотношения между геометрическими размерами, механическими свойствами материалов, нагрузками и другими факторами, влияющими на напряженно-деформированное состояние модели. Характер этих соотношений служит критерием для объединения отдельных явлений в группу подобных. Изучением этих вопросов занимается теория подобия, которая является теоретической основой моделирования [4, 10, 14, 15, 20, 23, 26, 28, 32, 36, 111, 170].

Линейная теория подобия прогнозирует, что связь между каждой рассматриваемой величины в модели и в натуре является линейной, т.е. значения величин в натуре можно получить простым приумножением соответствующих величин в модели на постоянное число на масштаб этих величин.

Нелинейная теория подобия [20] позволяет преодолеть ряд трудностей, возникающих при осуществлении полного подобия между моделью и натурой, и увеличивает круг задач, решаемых средствами моделирования. В этом случае имеет место такой вид подобия, при котором сохраняется определенное нелинейное соответствие между сходственными величинами, характеризующими изучаемое явление в модели и в натуре. Нелинейная теория пока еще не получила широкого практического применения так как уравнения связи между функциями нелинейного преобразования зачастую бывают настолько сложными, что приходится значительную часть произвольно выбираемых функций назначать постоянными, а это уже приближает нелинейное подобие к обычному линейному подобию.

Масштабы геометрических размеров, характеристик материала, нагрузок и других параметров модели подобной натуры связаны между собой системой определенных равенств и не могут быть выбраны произвольно; эта система равенств называется условиями подобия.

Условия подобия могут быть получены двумя путями:

- а) на основании анализа уравнений, описывающих исследуемый процесс;
- б) на основании анализа размерностей.

Для возможности анализа уравнений задачу следует постановить в математической форме. В математическом виде должны быть записаны уравнения связи между всеми рассматриваемыми величинами (например, уравнения равновесия, совместности деформаций и т.д.), условия однозначности (граничные и начальные условия), а также предельные условия по деформациям, напряжениям, геометрии и т. д.

Объем информации для экспериментального решения на модели должен быть таким же, как и для теоретического решения задачи, только здесь математическое решение (в том числе и применение счетной техники) заменяется испытанием модели. Например, если исследуется напряженное состояние конструкции, необходимо в качестве уравнений связи использовать не только уравнения равновесия, но и уравнения неразрывности деформаций. Напротив, эти уравнения будут «лишними» при решении задач в перемещениях, когда можно ограничиться только уравнениями равновесия, выписав их в качестве уравнений связи.

Предельные условия обеспечивают «качественное» соответствие явлений в модели и натуре. Они определяют границы применимости уравнений связи (например, применимость уравнений только для тонких оболочек, исходя из геометрических предельных условий).

Связь между масштабами модели и натуры устанавливается из условий инвариантности всех равенств и неравенств, входящих в математические уравнения исследуемого процесса (включая описание граничных, начальных и предельных условий), по отношению к масштабным преобразованиям. Для

этого вводят масштабные преобразования, т. е. производят линейную подстановку типа [111].

$$F_H = C_F F_M \quad (4.1.1)$$

где $[F_H]$ - значение рассматриваемой величины в натуре; $[F_M]$ - значение соответствующей величины в модели; $[C_F]$ - масштаб рассматриваемой величины.

В случае отсутствия постановки задачи в математическом виде необходимо составление условий подобия на основе анализа размерностей. При применении анализа размерности условия подобия получаются из условий инвариантности формул размерности по отношению к линейным масштабным преобразованиям.

Формулы размерности представляют собой выражения типа:

$$[\sigma] = \frac{[p]}{[l]^2}, \quad (4.1.2)$$

где, $[\sigma]$ - размерность напряжения; $[p]$ - силы; $[l]$ - длины.

Квадратные скобки в подобных формулах указывают на то, что речь идет о размерности величины, заключенной в скобки.

Анализ размерностей можно проводить, если заранее известно, что между всеми существенными для рассматриваемого явления величинами имеется степенная функциональная связь и заранее известен круг параметров и переменных, определяющих явление. Например, при решении задачи об изгибе балки без учета сдвига мы должны быть уверены, что прогиб балки функционально зависит только от модуля упругости, момента инерции, нагрузки и координаты точки по оси балки. Связь между масштабами устанавливается здесь путем применения к формулам размерностей методики, аналогичной теории подобия:

$$[\omega] = [x]; [q] = [E][x]; [I] = [x^4].$$

В результате получаем:

$$C_\omega = C_x; C_q = C_E C_x; C_I = C_{x^4}.$$

Методу анализа размерности посвящены известные работы [25, 32, 139]. Заметим, однако, что метод анализа размерностей может применяться без каких-либо ограничений, если модель выполняется в материалах, тождественных натурным с соблюдением полного геометрического подобия. В этом случае нагрузка на единицу площади модели принимается равной натурной:

$C_q = C_E - 1$; $[q] = \text{кг} / \text{см}^2$ масштаб C_p - сосредоточенных сил, $C_p = C_{l^2}$ (C_{l^2} - геометрический масштаб); масштаб перемещений $C_w = C_l$; масштаб напряжений $C_\sigma = C_q$ и т.д. по размерности.

Следует отметить, что в тех случаях, когда анализ размерностей имеет в своей основе точно отобранную совокупность существенных величин и правильно составленную систему определительных уравнений, он так же, как и теория подобия, дает полную и надежную картину результатов и в то же время обладает большой степенью универсальности.

Препятствия в соблюдении всех условий полного подобия могут возникнуть из-за нижеследующих обстоятельств:

1. сложности исследования объекта;
2. уменьшения масштабов модели, чем масштаб объекта в натуре;
3. отличия в применении строительных материалов для изготовления модели, отвечающий физико-механическим свойствам от материала в натуре;
4. при соблюдении условия подобия, сложно соизмерить перемещения в модели, требующего равенству масштабов перемещения и геометрических размеров.

4.3. Обработка исходных данных методами теории подобия – установление условий подобия физической модели и натурального объекта

Суть необходимых операций сравнительно не сложна. В выписанные математические выражения (уравнения связи, начальные и граничные условия, предельные условия) вводятся масштабные преобразования, а затем из условия

инвариантности этих выражений к масштабным преобразованиям получаем связь между масштабами. По существу, самой основе линейной теории лежит мысль, что явление в природе и в модели описывается буквально одинаковыми математическими выражениями, поэтому при переходе от выражений справедливых для природы, к выражениям, справедливым для модели, подобной природе, должны изменяться только индексы.

Пусть, например, для природы справедливо равенство [111]:

$$\frac{d^4 \omega_H}{dx_{H^4}} = \frac{q_H}{E_H I_H} \quad (4.2.1)$$

Введем масштабные преобразования: $\omega_H = C_\omega \omega_M$; $X_H = C_X X_M$; $q_H = C_q q_M$; $E_H = C_E E_M$; $I_H = C_I I_M$,

где, C_ω , C_X , C_q , C_E , C_I , - масштабы, представляющие собой отношение одноименных величин в природе и в модели (индексы означают, что данная величина относится соответственно к природе или к модели).

Имеем:
$$\frac{C_\omega}{C_{X^4}} * \frac{d^4 \omega_M}{dx_{M^4}} = \frac{C_q}{C_E C_I} * \frac{q_M}{E_M I_M} \quad (4.2.2)$$

В соответствии с вышеуказанным получаем условие, связывающее масштабы:

$$\frac{C_\omega}{C_{X^4}} = \frac{C_q}{C_E C_I} \quad (4.2.3)$$

Здесь изложен только принцип получения условий подобия на основе линейной теории, поскольку методы нелинейного подобия практически еще не развиты. При этом условии обе части равенства (4.2.3) можно разделить на

$$\frac{C_\omega}{C_{X^4}}$$

Для модели имеем выражение:

$$\frac{d^4 \omega_M}{dx_{M^4}} = \frac{q_M}{E_M I_M}, \quad (4.2.4)$$

отличающееся от (4.2.1) только индексами. Таким же образом надо обработать все равенства и неравенства, входящие в исходную постановку задачи.

4.4. Основы программы Matlab и его применение

Программа MATLAB (Matrix Laboratory) является высокоуровневым техническим вычислительным языком, а также это интерактивная среда для разработок алгоритмов, визуализаций, анализов данных и расчетов. При использовании программы MATLAB, возможно решать сложные технические вычислительные задачи намного ускоренно, в отличии от традиционных языков программирования, таких как C, C++ и Fortran. - MathWorks, Inc.

С точки зрения компании MathWorks, Inc., являющейся разработчиком программы Matlab. Matlab 7 – это программа для выполнения широкого круга математических задач. Программа содержит сотни команд для работы в области математики. Мы можем использовать Matlab для построения графиков функций, решения уравнений, выполнения статистических тестов и многого другого. Это высокоуровневый язык программирования, который способен взаимодействовать с другими языками программирования, например, Fortran и C. Можно создавать звук и анимационную графику. Можно производить симуляцию и моделирование (не только к основной программе Matlab, но и к дополнительной программе Simulink). Вы можете подготовить материалы для экспортирования в Интернет. Кроме того, вы можете использовать программу Matlab для объединения математических вычислений с текстом и графикой с целью создания совершенных, интегрированных, интерактивных документов [43, 71, 100].

Программа Matlab – не просто необычный калькулятор, а эта программа является самой полезной и универсальной инструментарией. Даже если вы только поверхностно знакомы с программой, вы можете использовать ее для выполнения невероятных вещей. Однако в своей специальной части программа предоставляет вам возможность определить, с какими из сотен команд, списков

справочных страниц и тысяч элементов документации вам необходимо познакомиться и начать быстро и эффективно их использовать.

Среди многочисленных пакетов прикладных программ, программа Matlab (The Math Works Inc.) имеет исключительную роль. Первоначально ориентированная на исследовательские проекты система в последние годы стала рабочим инструментом не только учёных, но и инженеров-разработчиков и студентов. В сообществе инженеров Matlab получил необычайное распространение и, по сути, стал средством междисциплинарного общения [71]. Система Matlab широко распространённая программа и часто применяется в области строительства, не случайно в вышеупомянутом тексте уделено много внимания по применению программы Matlab.

В действительности, система Matlab даёт возможность решению разнообразных задач в разных областях человеческой жизнедеятельности. Построенная по единым стандартам для разных сфер и предметных областей, Matlab является и операционной средой, и языком программирования. Разработка системы первоначально была создана для упрощения решения технических задач и по сей день продолжается развития упрощения ежедневных задач в жизни человека и социальных проектов.

4.5. Применение ППП Matlab для изучения поведения макета дома при сейсмических воздействиях

Модель *геометрически подобная оригиналу* является уменьшенным (или увеличенным) повторением оригинала. В данном описании модели речь будет идти о соответствующих точках в модели и оригинале, о соответствующих прямых или кривых, о соответствующих поверхностях и соответствующих объемах.

Соотношение расстояния между любыми двумя соответствующими точками в модели и в оригинале является величиной постоянной для данной пары «модель — оригинал».

Для проведения испытания была построена одноэтажная модель из железобетонного каркаса с заполнением глино-соломенной массой [27, 98].

Размер модели дома в плане составляет 3х4м (рисунок 4.2.), размер колонн с сечением 25х25см, толщина стен составляет 25 см. Опирание перемычек составляет 30 см. Стены модели были оштукатурены и выравнены шпаклевкой толщиной 2–2,5 мм. В стенах были проделаны дверные и оконные проёмы. В качестве антисейсмического пояса служит обвязочный пояс на уровне верха колонн.

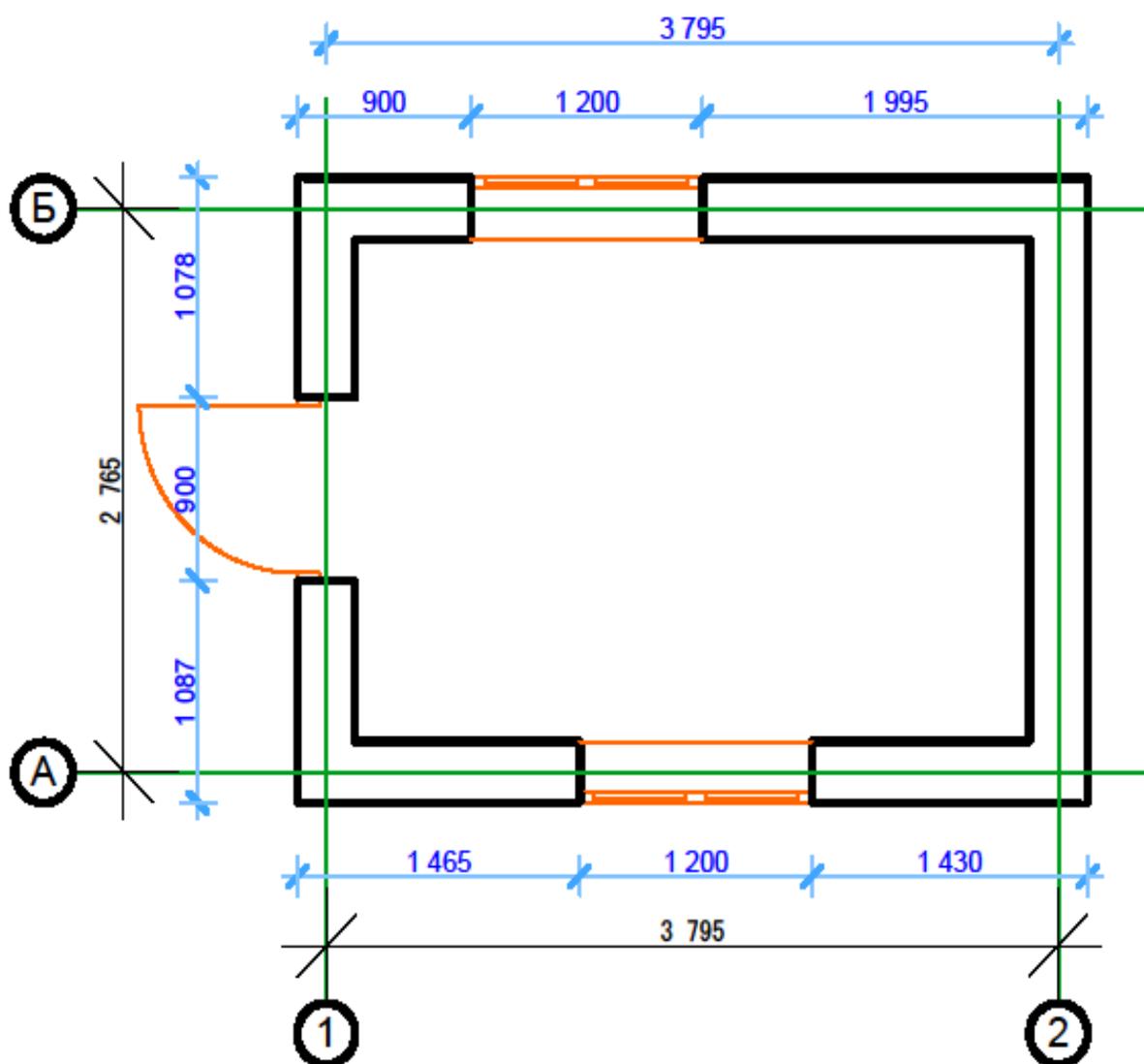


Рисунок 4.2 - План макета дома.

Для данной модели взамен перекрытий были уложены деревянные балки с сечением 150х50 мм, стропила с сечением 150х50 мм, обрешетка с сечением 50х50 мм. Модель кровли – двухскатная (рисунок 4.3.)

Изготовление глиняной смеси производилось с выдержкой 7 дней и изготавливалось в корыте, размер 2,5x2,5x0,7м. Затем данную глиняную смесь укладывали в ранее установленные очищенные опалубки, уплотняя вручную и регулируя толщину стен.

В данной работе рассматриваются варианты решения важных технических задач на примерах, что позволяет совмещать прохождения обучения с осуществлением инженерной практики. С помощью применения пакета прикладных программ Matlab, появилась возможность обработки экспериментальных данных и записей землетрясений, полученных из инженерно - сейсмометрических станций и т.д.



Рисунок 4.3 - Общий вид макета дома.

Как и любая программа под операционную систему Windows, данная программа Matlab состоит из двух взаимосвязанных частей:

- 1) интерфейс программы;
- 2) функциональное обеспечение управления событиями, происходящими в интерфейсе.

Интерфейс программы — это окно программы и кнопки, которые управляют событиями в окне программы. В данной программе имеются 5 кнопок: 1) Dom; 2) Acceleration; 3) Chastoty; 4) Peremechenia; 5) Animation.

На этом построении интерфейса заканчиваются и начинаются разработки функциональной части программы. В данном разделе на каждую кнопку

расписывается соответствующая функция, которая выполняется при нажатии на данную кнопку.

Далее появляется часть программы, разрабатывающая данный интерфейс, который приводится с необходимыми пояснительными записями. То есть на данном этапе производится инициализация данных:

1. Ввод данных об ускорениях при землетрясениях (рис. 4.4);

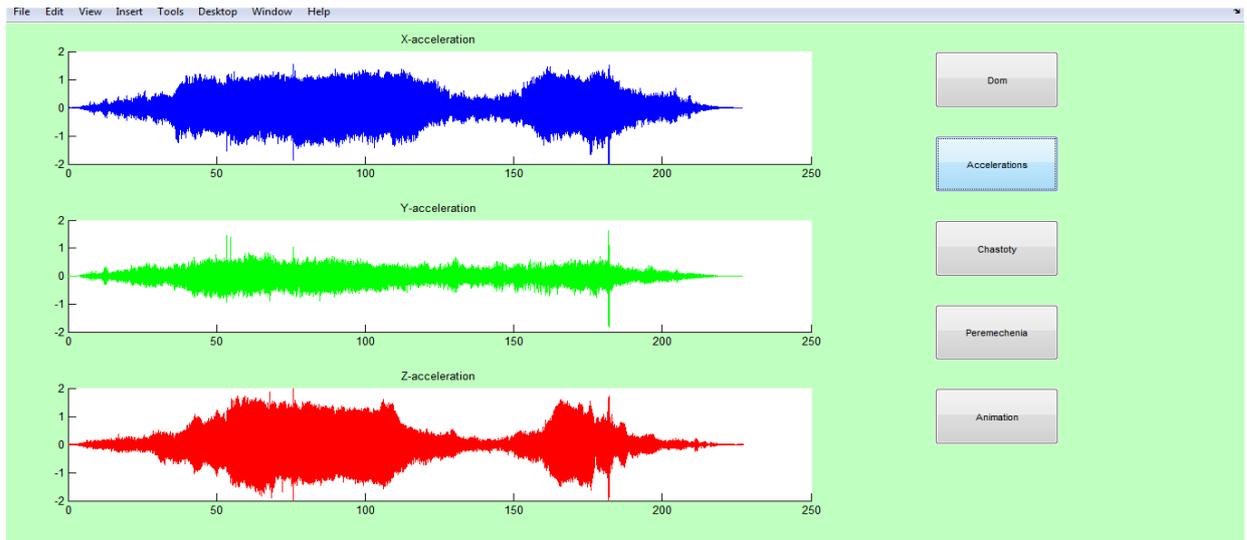


Рисунок 4.4 - Ввод данных об ускорениях в окно.

2. Обобщение полученных данных и получение данных о смещении во время землетрясения. Здесь производим быстрое преобразование Фурье и находим основные частоты во время землетрясения

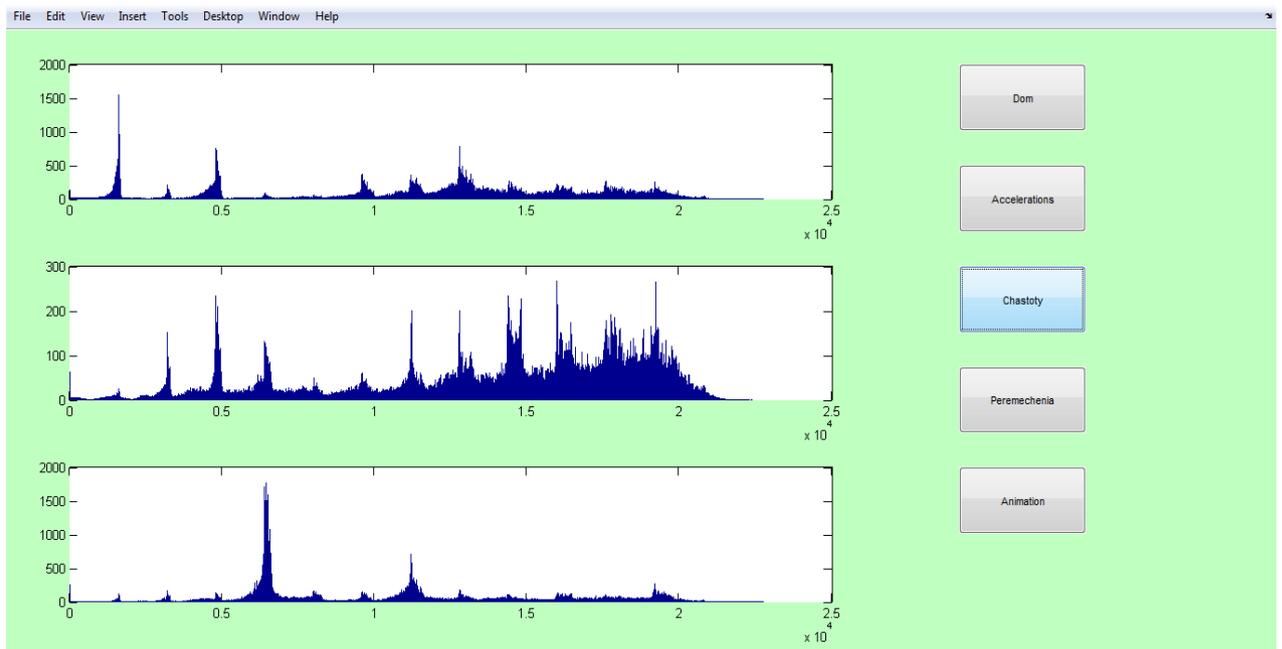


Рисунок 4.5 - Преобразованные данные основных частот.

Построение окна и осей координат, в которых будут выводиться изображения

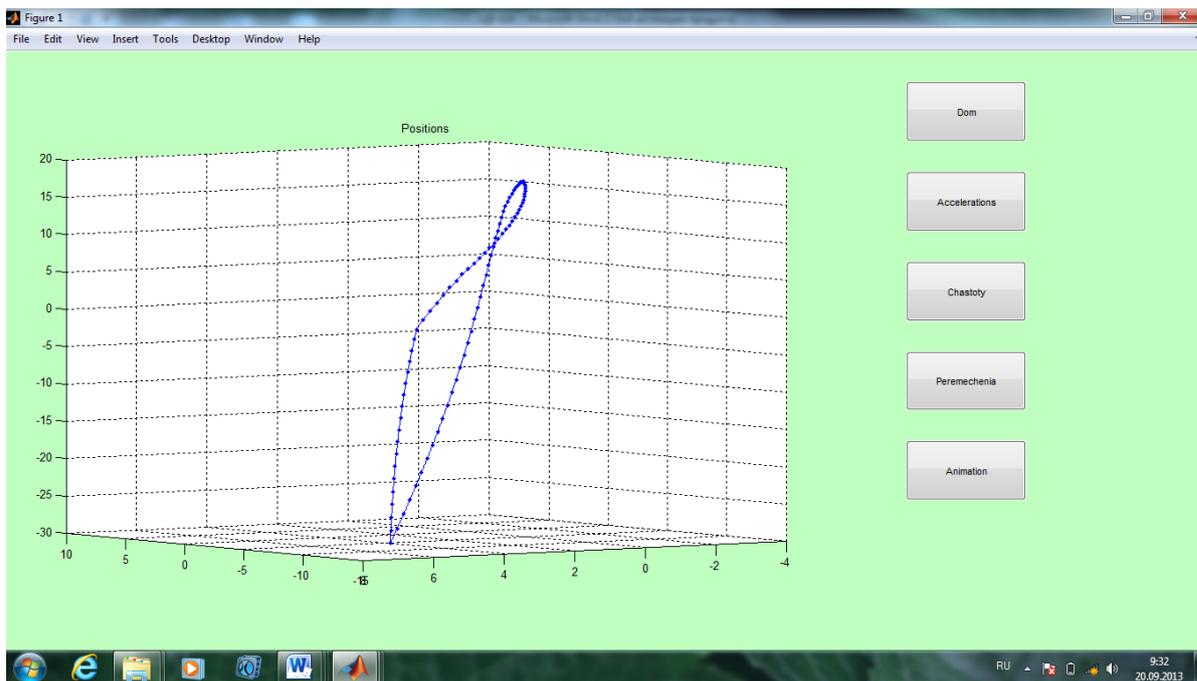


Рисунок 4.6 - Один из фрагментов перемещений относительно на одной точке.

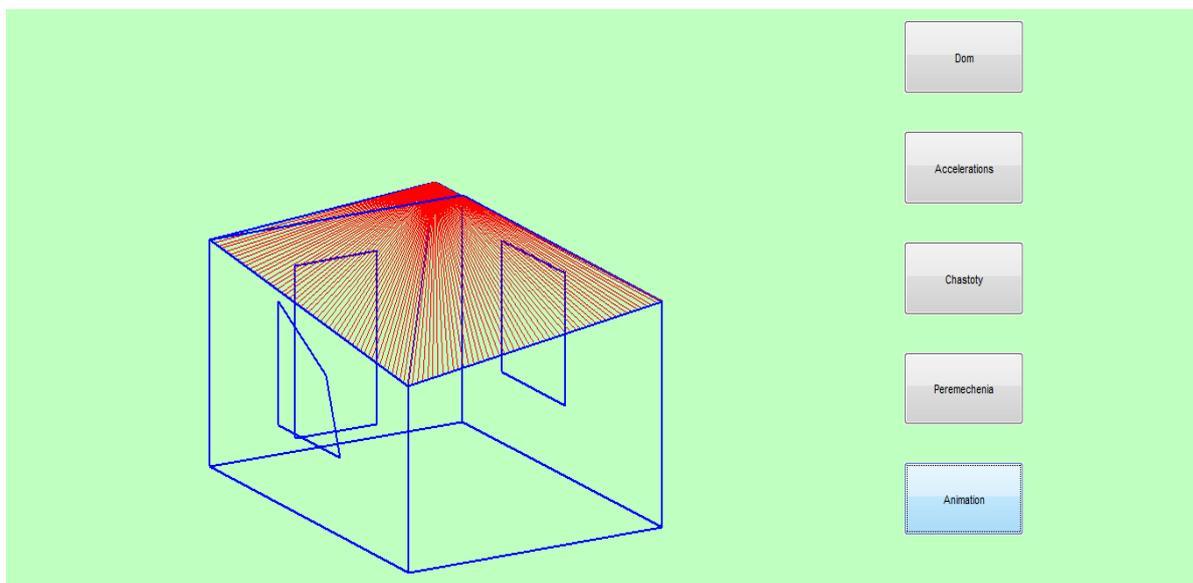


Рисунок 4.7 - Анимация модели дома.

Заключение по главе 4

1. Далее при помощи привлечения численного моделирования на основе прикладных программ Matlab можно создавать модель и анимационную графику. В данной работе на примере модели дома с железобетонным каркасом и со стенами из глиноматериалов проведен численный эксперимент и

сопоставили его с данными проведенных натуральных экспериментов на сейсмоплатформе. Кроме того, результаты, полученные на основе расчета в прикладных программах Matlab, сравнены с данными, полученными с инженерно-сейсмометрических станций. Расхождение по показателям ускорения составляет менее 10 %, что указывает на полезность привлечения в некоторых случаях прикладных программ Matlab;

2. Таким образом, объединение теоретических выкладок из области синергетики и численного моделирования с помощью прикладной программы MATLAB появляется возможность перехода от общих предположений о живучести конструкций к моделированию процессов возникновения деформирования и разрушения объектов, обеспечивая не только конструктивную безопасность, но и живучесть самого объекта [90]. Применение MATLAB позволяет использовать для решения задач самые передовые достижения науки, поскольку система является результатом сотрудничества мирового научного сообщества, его ведущих представителей.

ГЛАВА 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ МОДЕЛЕЙ ДОМОВ НА СЕЙСМОПЛАТФОРМЕ

Изучение колебаний, как и вообще всех задач механики, должно основываться на эксперименте. Но некоторые виды колебаний слишком опасны, чтобы их можно было допустить, очень важна, возможность теоретического предсказания. Часто требуется расчётным путём определить собственные частоты и формы свободных колебаний, условия неустойчивости. При разработке новых конструктивных решений зданий нельзя ориентироваться только на расчет. Необходимы также экспериментальные исследования и анализ последствий землетрясений, на основе которых вырабатываются конструктивные мероприятия по антисейсмической защите зданий и сооружений. Широко используются экспериментальные методы, которые охватывают: изучение поведения сооружения в натуральную величину под действием различных динамических нагрузок; исследование на моделях поведения сооружений под действием нагрузок типа сейсмических; исследование поведения натуральных зданий и сооружений при землетрясениях [163, 165-168]. Известно, что скользящие опоры могут значительно снизить горизонтальную нагрузку, передаваемая на несущую надземную конструкцию здания, при условии обеспечения возможности их проскальзывания по отношению к фундаменту. При этом, часть энергии, которая сообщает сооружение, используется не для того, чтобы преодолеть сопротивление связей в конструкции, а для преодоления силы трения скольжения конструкции. Первые технические решения фундаментов зданий с фторопластовым сейсмоизолирующим поясом были предложены Л.Ш. Климником, и развиты В.П. Чуднецовым и Л.Л. Солдатовой. В 80-90 гг. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко совместно с Фрунзенским политехническим институтом были выполнены исследования, а институтом "Фрунзегорпроект" при участии ЦНИИСК и ФПИ разработан ряд проектов и построены здания с сейсмоизолирующим скользящим

поясом в фундаменте [2, 44, 75, 101, 103-105, 113, 126, 197]. Известна сейсмоизолирующая опора, выполненная в форме эллипсоида вращения. Расчетное количество таких опор укладывается по всей площади фундамента [113]. Также известна конструкция сейсмоизолирующей опоры на катках, представляющая собой стальные шары, расположенные между полусферическими выемками, выполненными на подземной и надземной частях здания. Радиус этих выемок больше радиуса шаров [81].

Однако, наши изобретения: патент № 90 -№ 20070016.2; патент № 91, - №20070017.2; патент № 92, -№ 20070014.2, относятся к области сейсмостойкого строительства, а именно к несущим конструкциям для сейсмозащиты зданий и сооружений [103-105]. Один из наших изобретений снижает трудоёмкость изготовления, повышает надежность и работоспособность сейсмоизолирующей опоры. Решением поставленной задачи заключается в том, что в сейсмоизолирующей опоре, состоящей из стального шара, размещенного между подземной и надземной частями здания, согласно изобретению, стальной шар помещен внутрь толстостенной поллой сферы, выполненной из фторополимера. Предлагаемое выполнение сейсмоизолирующей опоры повышает ее надежность и работоспособность в результате одновременного использования свойств фторополимера – пластичности, упругости и малого коэффициента трения скольжения – и снижает трудоемкость ее изготовления.

Для комплексного решения проблем малоэтажного строительства, при котором необходимо было учитывать эффективное применение местных материалов [17, 31, 70, 107, 125, 179, 198, 199] в сочетании с решением теплозащиты здания с сейсмоустойчивостью, нами предложены несколько способов заполнения стен, на которые получены патенты на изобретение, патент № 146, № 20120015.2 [106]; патент № 1593, № 20120068.1 [107].

Специальные методы сейсмозащиты во многих случаях позволяют снизить затраты на усиление и повысить надежность возводимых конструкций. В последние десятилетия в Японии, США, Новой Зеландии, странах СНГ предложены десятки различных технических решений специальной

сейсмозащиты зданий и инженерных сооружений. Многие из этих предложений реализованы на практике.

При осуществлении строительства в сельской местности, в более 90 процентов жилых домов используются местные строительные материалы - глина, саман, шлак, камышит, природные камни, древесина и другие недорогие материалы. Проблемы обеспечения сейсмобезопасности жилья на данное время очень актуальны. В Кыргызстане 74 населенных пункта находятся в зонах возможных очагов землетрясений в 9 и более баллов по шкале Рихтера, в том числе 9 городов, 16 районных центров и 49 сел. По прогнозам ИС НАН КР активные сейсмические процессы в Кыргызстане продлятся до 2025 года, возможны землетрясения с магнитудой до 8-9 баллов. В связи с этим, на сегодняшний день усиление имеющегося жилого фонда и строительство сейсмостойких индивидуальных домов имеет большую актуальность.

Глина является одним из древнейших и основных строительных материалов. Глиняные дома известны человечеству с незапамятных времен. В некоторых странах и культурах глина до сих пор остается основным востребованным стройматериалом. Как нам известно, человечество возводило из глины не только малоэтажные хижины, но и грандиозные сооружения. Достаточно сказать, что из глины построены Великая Китайская стена, Тезифонская Арка, пирамиды Саккара (Египет) и Чан-Чана (Перу). В целом глина применялась повсеместно.

К основным достоинствам саманных домов относятся большие запасы сырья во всех регионах, хорошее теплоаккумулирующее свойство, малая теплопроводность, простота изготовления и возведения, повышенная звукопоглощающая и звукоизолирующая способность, высокая огнестойкость, экологическая чистота, а также низкая себестоимость. Стены возведённые из глинистых материалов являются дышащими и поддерживает внутри помещения жилья постоянную 50-55% процентную влажность – это является комфортным показателем для жилых помещений. В отличие от некоторых искусственных строительных материалов, глина не выделяет вредных для жизни и здоровья

людей веществ. Также немаловажным фактором является, что при работе с глиной не возникают аллергических реакций и раздражений на кожном покрове у людей.

Строительные свойства глиноматериалов. Наиболее качественными, применимыми для строительства, являются глиноматериалы, которые содержат 10–18% глины и 30–80% строительного песка. Стоит учесть, что прочность грунтоблоков при сжатии может колебаться от 1,8 до 7,0 МПа, в зависимости от содержания глинистых частиц в грунте, но при содержании более 18% глинистых частиц в глиноматериале, в конструкциях может появиться большая усадка при сушке. Это может привести к образованию трещин и снижению прочности изделий. Для предотвращения отрицательного влияния избытка глины, в массу добавляют так называемые отошающие заполнители: песок, опилки, дробленый шлак, торфяную крошку, мелкую древесную стружку, хвою, лузгу, мякину, соломенную сечку, очесы и т.д. Добавка песка увеличивает объемный вес и теплопроводность глиноматериалов, поэтому предпочтение должно отдаваться легким заполнителям. Также глиноматериалы, которые содержат менее 10% глинистых частиц, могут обладать малой вязкостью, то есть это может привести к низкой прочности конструкции. Для предотвращения снижения прочности конструкции, для увеличения вязкости грунта можно добавить жирную глину.

Чтобы получить конструкцию с прочностью при сжатии 3,0–4,5 МПа и при объемном весе 1500–1600 кг/м³, можно ввести легкие заполнители, в зависимости от содержания глины в количестве 25% и более от объема грунта. По объемному весу грунтоматериалы делятся на тяжелые и легкие. Первые имеют объемный вес 1600–1900 кг/м³, вторые – 1300–1600 кг/м³. В зависимости от стойкости к воздействию влаги глиноматериалы делятся на неводостойкие или размывные и водостойкие – неразмывные. Производство строительного глиноматериала состоит из следующих процессов: 1) добыча и заготовка глиноматериалов из карьера; 2) складирование на производственной открытой площадке с измельчением и перемешиванием, размораживание; 3) заготовка и

хранение заполнителя; 4) приготовление из стабилизаторов эмульсий; 5) перемешивание грунта с заполнителем и стабилизатором (приготовление смесей); 6) набивка в опалубку или формовка, если грунтоблоки, и сушка.

Прочностные испытания глинистого сырья с органическими добавками.

На кафедре «Проектирование, возведение зданий и сейсмостойкого строительства» (далее - «ПВЗиСС») совместно с лабораторией кафедры «Производство и экспертиза строительных материалов, изделий и конструкций» (далее - «ПЭСМИК»), в лаборатории «Сейсмостойкое строительство» были изучены физические и механические свойства глинистых материалов. Для проведения анализа в лаборатории была использована глинистая порода, находящаяся в селе Байтик, светло-желтого цвета. Далее методом микроскопического исследования было выявлено, что в составе породы содержатся кварц, полевой шпат, известняк и органические примеси.

В лаборатории для проведения обработки технологии изготовления жжённого кирпича, были произведены следующие действия: суглинок с добавками извести – от 10 до 20% и солома – от 1 до 3% были замешаны с водой, затем полученное тесто в течении 7 дней хранилось в специальном сосуде (ГОСТ 7025-91). Для повышения технологических характеристик глиномассы может осуществляться способом максимального использования ручных технологических приемов изготовления кирпича–сырца. Для этого вручную до естественного испарения влаги смешивается глина до тех пор, пока тесто не станет прилипать к рукам. Из данного глинистого теста методом утрамбовывания изготавливаются кирпичи нужного размера с учетом усадки. Затем сформированный сырец устанавливается в камеру сушки при температуре 50°С. Испытания проводились согласно ГОСТ 7025-91, в лаборатории кафедры «ПЭСМИК». Результаты приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1. – Физико-механические характеристики глиноматериалов

№п/п	Состав в %	тс , гр	Ризг, МПа	Рсж, МПа	ρ кг/ м ³
1.	Суглинок 100%	387	1,37	3,65	1511
2.	Суглинок 90%	350	0,94	1,22	1367

	Известь-10%				
3.	Суглинок 80% Известь-20%	409	1,35	3	1597
4.	Суглинок 99% Солома - 1%	361	1,12	3,65	1,410
5.	Суглинок 97% Солома – 3%	360	1,10	4,58	1406

5.1. Процессы моделирования возводимых домов

1. *Моделирование домов, стены которых возводятся из строительного кирпича-сырца или блоков, изготавливаемых в правильной форме. В сельской местности и новых строительных районах стены возводятся чаще всего из широкораспространенного строительного материала - кирпич-сырец и саманный кирпич, который изготавливается с добавлением соломы (размер 0,2×0,12×0,4 м и вес более 8 кг). В связи с тем, что грузоподъемность виброплатформы составляет до 15 тонн, то при моделировании дома из кирпича-сырца (рис. 5.1) учитывались такие характеристики, как размер и вес кирпича. Поэтому для возведения стен первой модели дома, был выбран строительный материал из кирпича-сырца с тремя полыми отверстиями (размер 0,085×0,12×0,25 м и вес не более 4 кг), который в последующем подвергался обжигу.*



а)



б)

Рисунок 5.1 - Вид модели дома из кирпича-сырца. а) законченный вид; б) фрагмент стены.

Чтобы усилить стены, были использованы крученые полимерные нити (шпагат) диаметром 3 мм. На поверхность стены с каждым шагом 10 см предварительно забивали гвозди длиной 100 мм, затем произвели обвязку этой нитью в виде сетки. С целью обеспечения совместной работы сетки с торкретбетоном между ней и стеной оставлен зазор в 10-15 мм.

Следующим этапом в моделировании дома является нанесение торкретбетона на поверхность стены. Для торкретирования был использован сложный цементно-песчано-известковый раствор в соотношении 1:4:1, который распылялся под давлением 6-8 атм [124].

2. Моделирование дома с деревянным каркасом и с заполнением глинистых материалов («Сынч»). Сынчевый дом представляет собой деревянный каркас (рис. 5.2), состоящий из нижних и верхних балок-лежней, балок-стоек, распорок и заполняется глинистыми материалами [124].

Конструкцию каркаса завершают верхние балки-лежни, которые закрепляются в верхней части стоек. На лежни укладываются деревянные балки перекрытия с шагом 500-700 мм. В качестве покрытия используются древесноволокнистые плиты, которые укладываются на балки-перекрытия и закрепляются саморезами. Для кровли дома были сооружены стропила, обрешетки и в качестве покрытия была использована металлочерепица. Затем в проемы были установлены входная дверь и оконные рамы.

Для того чтобы уменьшить массу глины в качестве заполнителя были использованы пенопластовые шарики (пенополистирол) плотностью $15 \div 20$ кг/м³. Для выявления оптимального соотношения глины и пенополистирола изготавливались и проходили испытание на сжатие образцы-кубы размером 100×100×100 мм (рисунок 5.2). Расход материалов на форму из трех ячеек приведен в табл. 5.2.

Таблица 5.2. – Расход материалов на форму из трех ячеек

№ состава	Масса глины, г	Масса пенопласта, г
1	3500	25
2	3800	23

3	4000	20
4	4395	15

Результаты испытаний приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты испытаний

№ состава	№ образца	Масса образца после сушки, г	Прочность на сжатие, кгс/см ²
1	1	900	720
	2	900	690
	3	910	700
2	1	1075	1000
	2	1010	930
	3	1035	950
3	1	1195	1300
	2	1085	920
	3	1100	1100
4	1	1225	1520
	2	1160	1180
	3	1145	1120

В ходе исследований получен патент на модифицированный глинистый материал с пенополистролом [107].



Рисунок 5.2 - Модифицированный глинистый материал с пенополистролом.

В качестве материала для заполнения пространства внутри каркаса, использовалась глина с добавлением пенопластовых шариков (пенополистирол). В готовый глиняный раствор были добавлены процессом смешивания пенополистирол в количестве 0,5% от массы глины. Затем каркас, соорудив опалубку из фанеры (рисунок 5.3.), заполнили полученной полусухой смесью.



Рисунок 5.3 - Модель дома «сынч» в процессе строительства.

Затем внутренней и наружной поверхности стены забивались гвозди длиной 100 мм, затем произвели обвязку в виде сетки. С целью обеспечения совместной работы сетки со стеной оставлен зазор в $10 \div 15$ мм, которое заполнялось раствором штукатурки. Для оштукатуривания стен использовался сложный цементно-песчано-известковый раствор в соотношении 1:4:1 [124].

3. *Моделирование дома с помощью возведения стен из глинобита или глиноматериалов неправильной формы («Сокмо»)* (рисунок 5.4). Для возведения третьей модели были использованы опалубки высотой 60 см, заполнением выдержанного до достижения нужной консистенции глиняным раствором [124].



Рисунок 5.4 - Фрагмент стены модели дома «Сокмо».

4. Моделирование дома с железобетонным каркасом и заполнением из глиноматериалов. Эта модель дома имеет железобетонный каркас (рис. 5.5), который состоит из колонн, сердечников по краям дверного и оконных проемов, а также верхнего обвязочного пояса по периметру стен с заполнением из глинистых материалов.



Рисунок 5.5 - Фрагмент модели дома железобетонного каркаса с глиняным заполнением.

Для установления регистрации происходящих вынужденных колебаний модели дома используется цифровой измерительный аппарат GioSIG с

акселерометром Guralp CMG-5T, который был установлен в двух точках: на сейсмической платформе и на уровне покрытий. Схема установки приборов представлена на рисунке 5.6 [124].

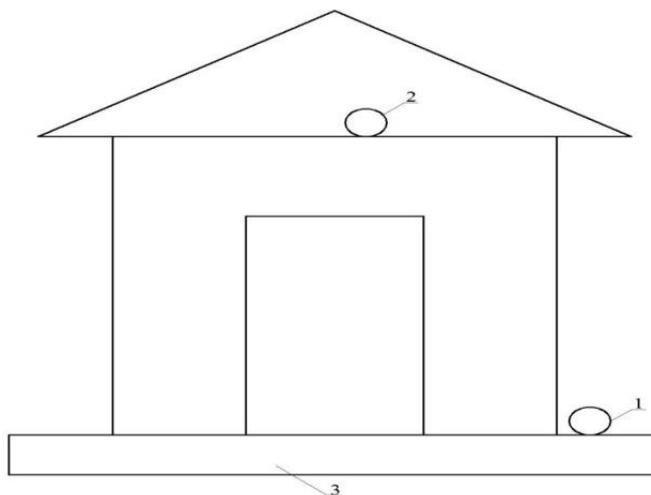


Рисунок 5.6 - Схема расположения приборов на модели дома: 1-на сейсмической платформе; 2- на уровень покрытий; 3 – сейсмическая платформа.

5.2. Обработка результатов экспериментов выполненных на моделях домов

Для разрешения проблемы усиления домов из местных материалов – кирпича-сырца, «сынч», «сокмо» и железобетонный каркас с глиняным заполнением, необходимо произвести практические исследования на предмет сейсмических воздействий и других природных катаклизмов.

С этой целью проводились испытания вышеотмеченных моделированных домов на воздействие вынужденных колебаний, создаваемых сейсмоплатформой. На рисунке 5.7 показаны результаты экспериментов [5, 64, 76, 97-100, 196] в виде произведения записей произошедших колебаний сейсмической платформы с установлением на ней модели дома из «кирпича-сырца». Для построения амплитудного спектра были выделены два отрезка записей: 1 отрезок – с 32000 до 36000, 2 – отрезок с 44000 до 48000, т.е. с интервалом в 20 секунд. Полная длительность записи длилась 4 минуты 26

секунд. На рисунках 5.8-5.9 показаны амплитудные спектры для двух выделенных отрезков [124].

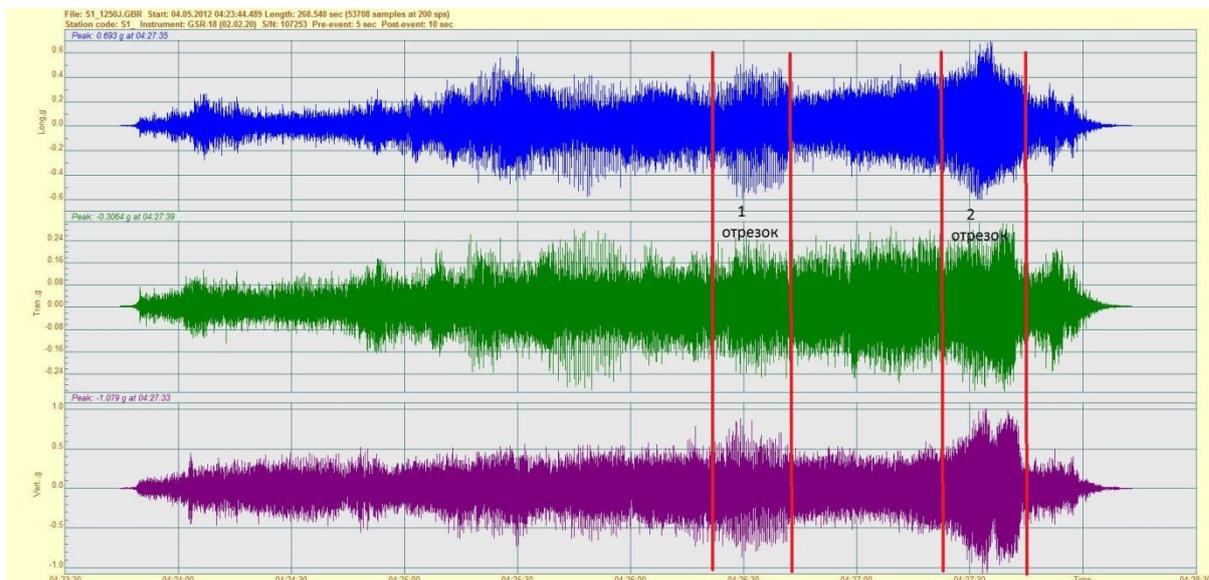


Рисунок 5.7 - Запись колебаний на модели дома из «кирпича сырца», сейсмоплатформа. Отрезки записи: 1 – с 32000 до 36000, 2 – с 44000 до 48000, т.е. в интервале 20 секунд. Полная длительность записи 4 минуты 26 секунд.

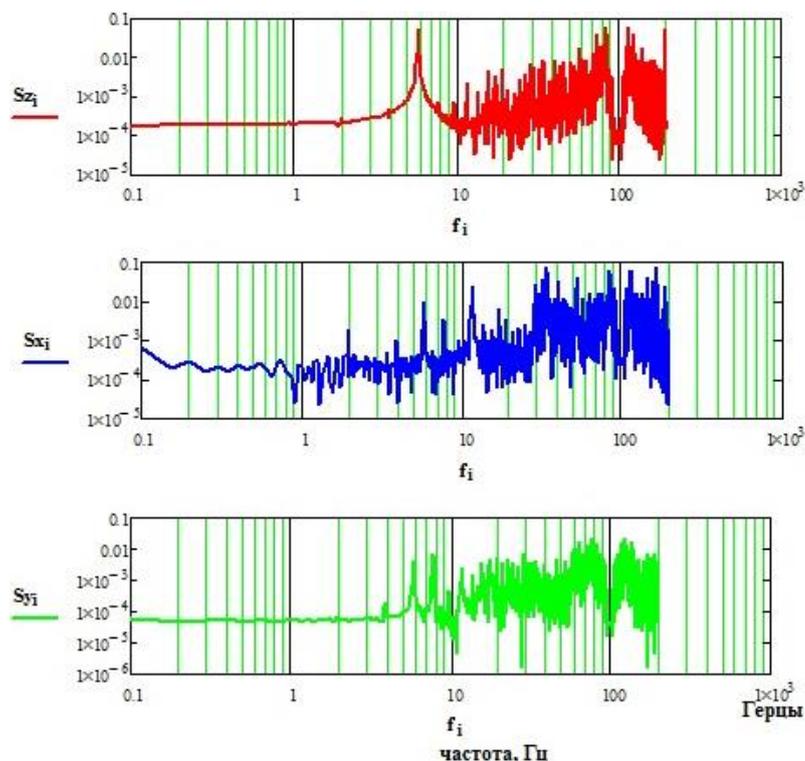


Рисунок 5.8 - Запись амплитудного спектра колебаний сейсмоплатформы для отрезка 1. Преобладающая частота по составляющим: оси Z - $f=5,8$ Гц или $T=0,172$ сек; X (В-З) - $f=1,95; 3,9; 5,8$ и $7,75$ Гц или $T=0,513; 0,256; 0,172; 0,129$ сек; оси Y (С-Ю) - $f=3,9; 5,8$ и $7,75$ Гц или $T=0,256; 0,172; 0,129$ сек.

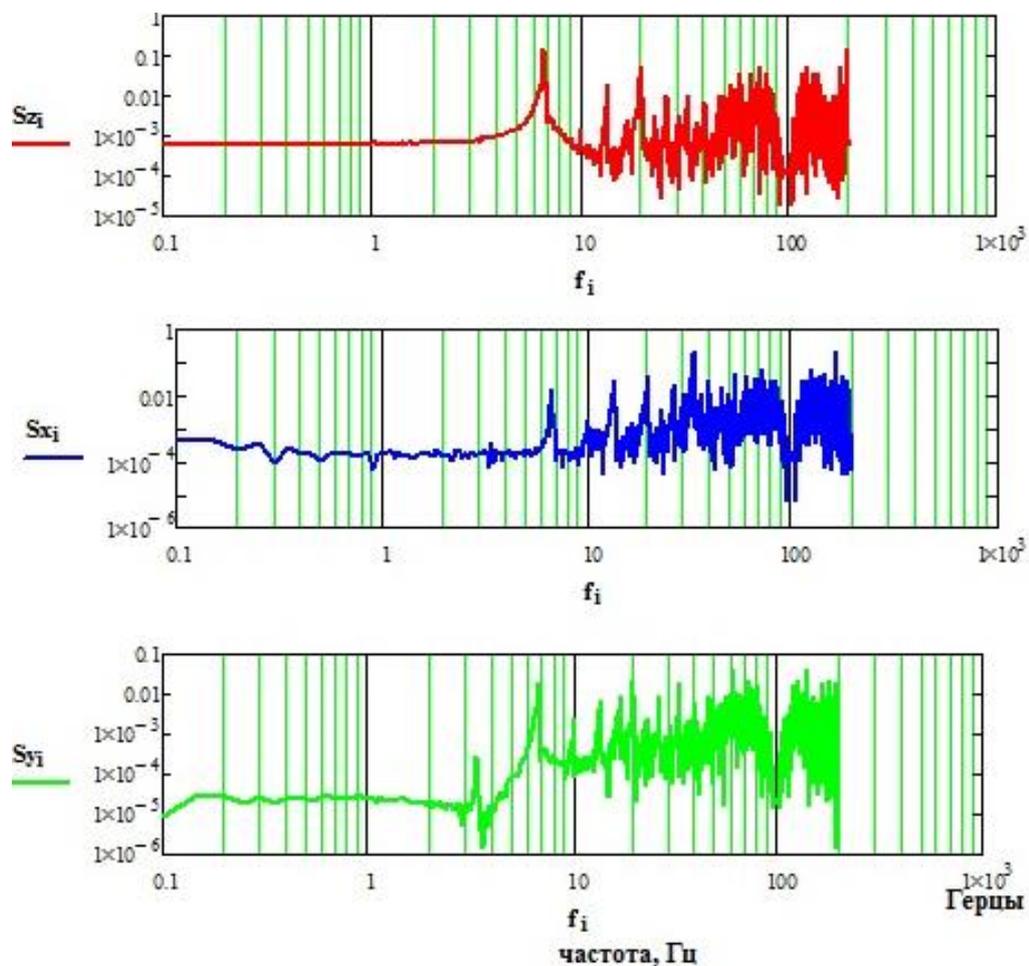


Рисунок 5.9 - Запись амплитудного спектра сейсмоплатформы для отрезка 2. Преобладающая частота по Z - $f=6,7$ Гц или $T=0,149$ сек; по оси X (В-З) - $f=6,7$ Гц или $T=0,149$ сек; по Y (С-Ю) - $f=3,4; 6,7$ Гц или $T=0,294; 0,149$ сек.



Рисунок 5.10 - Запись интенсивности (бальности) колебаний сейсмоплатформы на модели дома из «кирпича сырца». Ускорение - 60 см/с^2 .

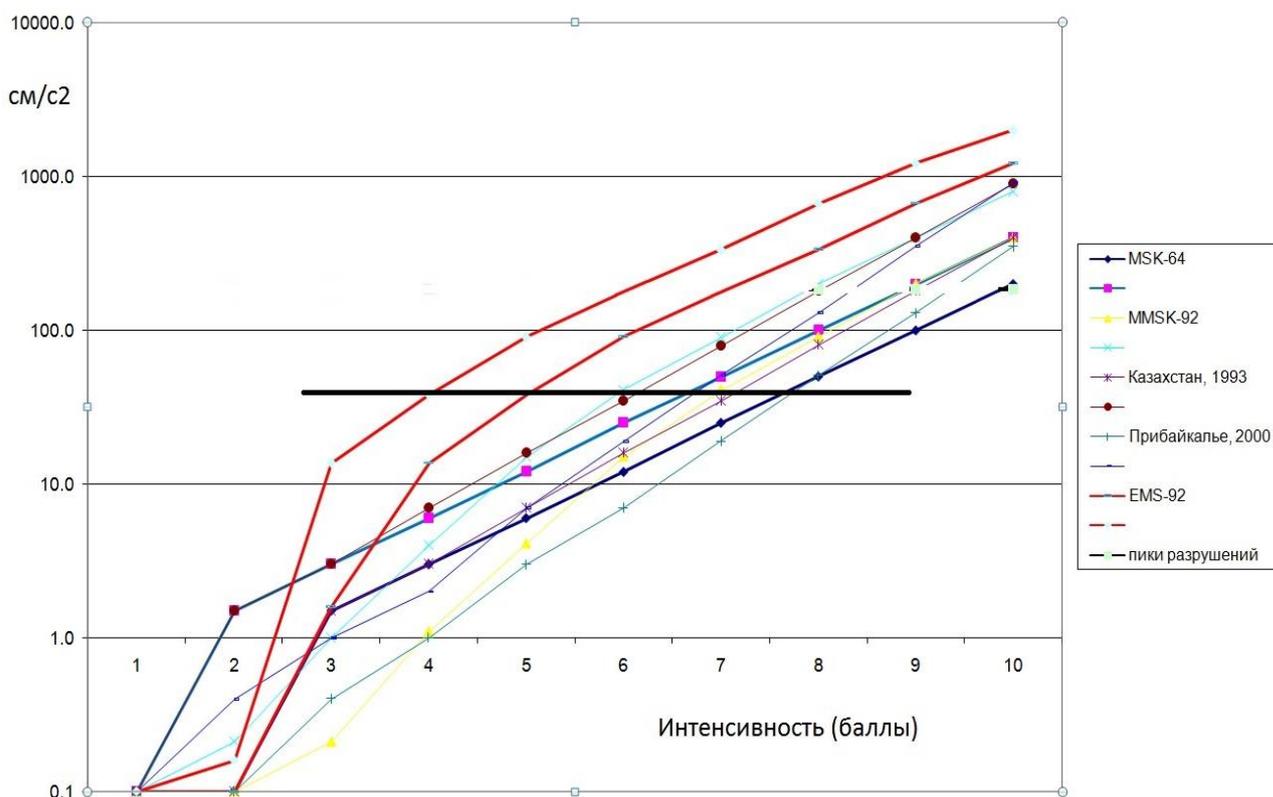


Рисунок 5.11 - Величина интенсивности (баллов) колебаний на сейсмоплатформе 60 см/с^2 на модели дома из «кирпича-сырца» в различных шкалах сейсмической интенсивности.

Для установления регистрации записи ускорений были использованы цифровые приборы GioSig по трем составляющим: Z - вертикальная, горизонтальные X – восток-запад и Y – север-юг. На рисунке 5.10 представляются записи интенсивности колебаний сейсмической платформы с установленной на ней модели дома из «кирпича сырца» с ускорением 20 см/с^2 и 60 см/с^2 . Рисунок 5.11 показывает соответствие этих установленных значений ускорений в баллах различным шкалам сейсмической интенсивности [5, 27, 58, 63, 64, 76, 80, 82, 83, 114, 196].

На рисунке 5.12 была представлена запись колебаний сейсмической платформы во время прохождения экспериментальной части с установлением на ней модели *сынчевого дома*. Для построения амплитудного спектра были отмечены отрезки записей: 1 отрезок - с 17000 до 21000, 2 – отрезок с 25000 до 29000, т.е. в интервале 20 секунд. Общая длительность записи составляет 5 минут 45 секунд [124].

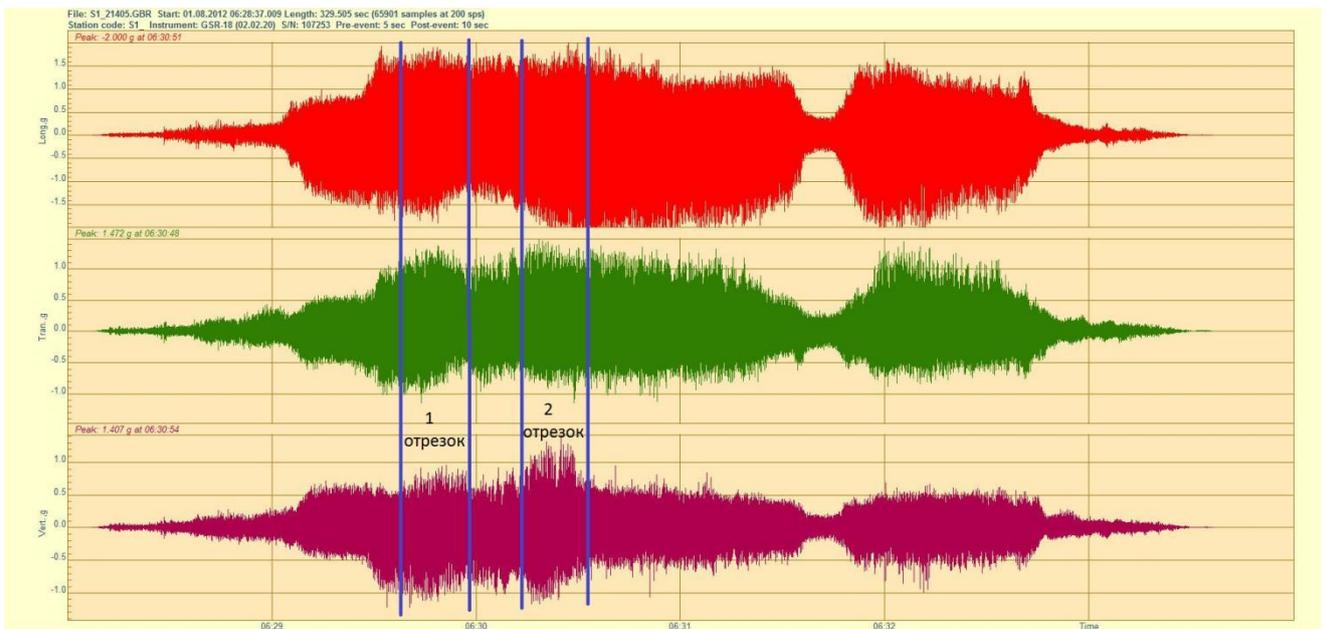


Рисунок 5.12 - Отрезки записи: 1 - с 17000 до 21000, 2 – с 25000 до 29000, т.е. в интервале 20 секунд. Общая длительность записи 5 минут 45 секунд.

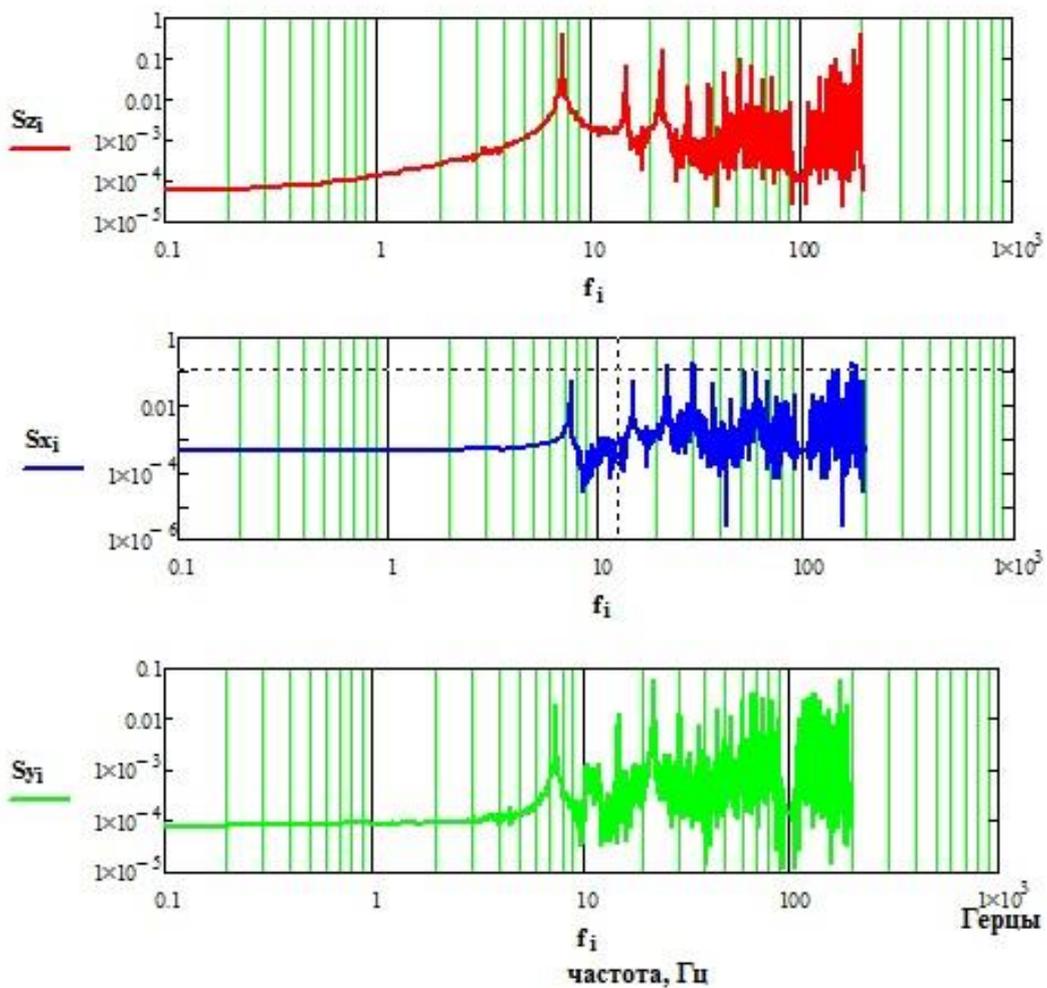


Рисунок 5.13 - Запись амплитудного спектра колебаний сейсмоплатформы для отрезка 1. Преобладающая частота $f=7,5$ Гц или период $T=0,133$ сек.

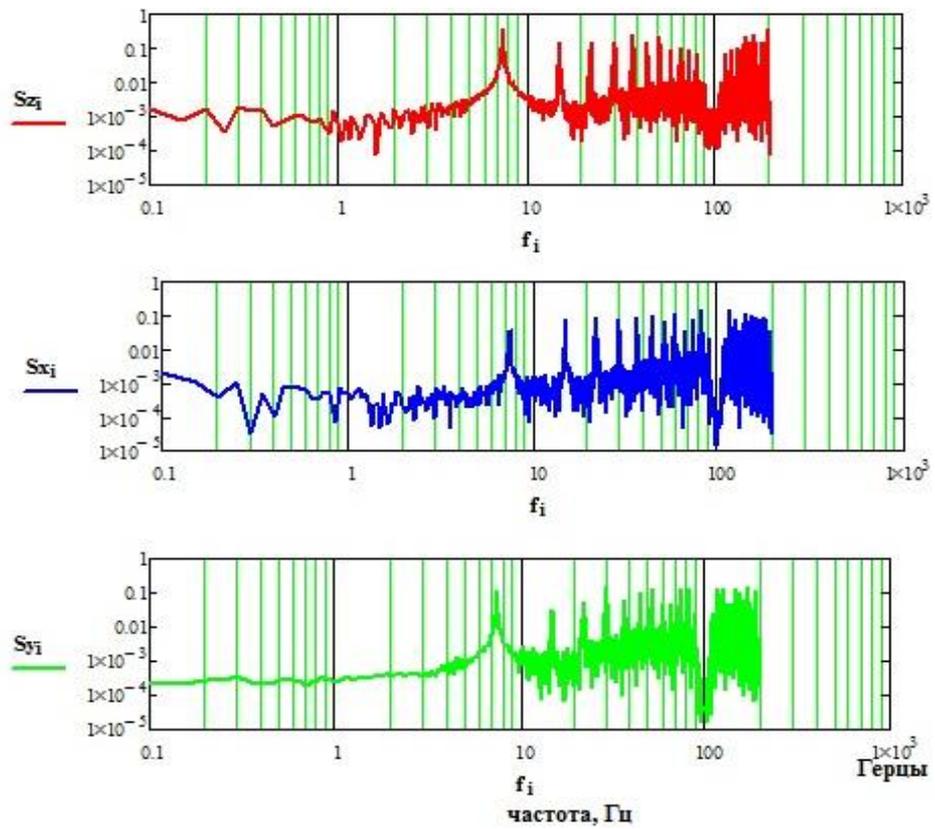


Рисунок 5.14 - Запись амплитудного спектра сейсмоплатформы для отрезка 2.

Преобладающая частота $f=7,4$ Гц или период $T=0,135$ сек.

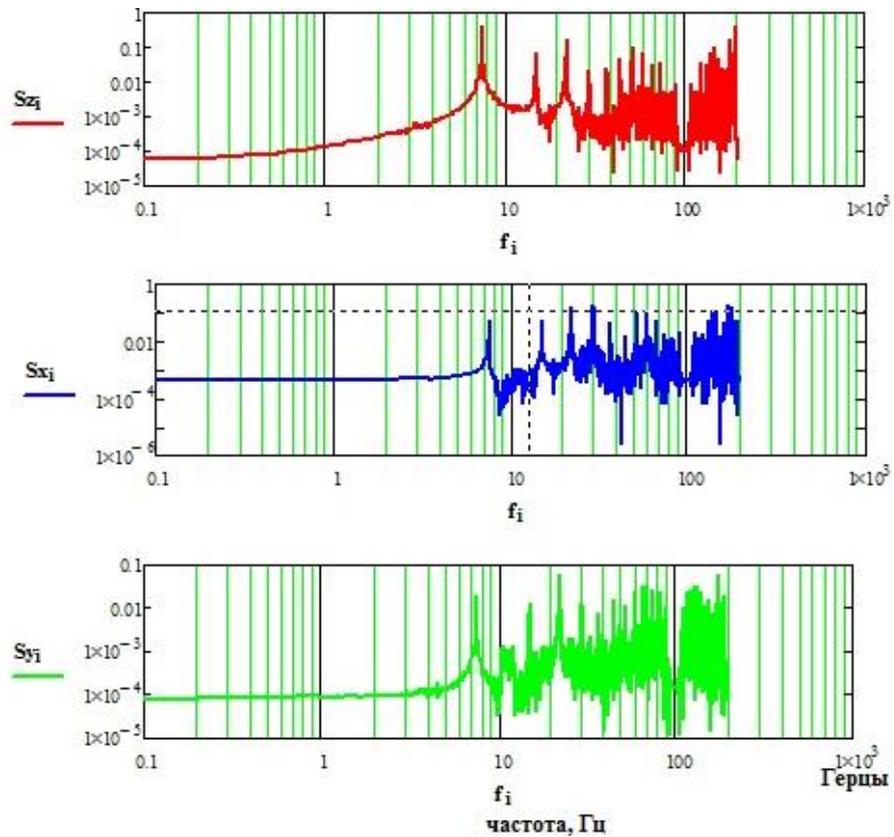


Рисунок 5.15 - Запись амплитудного спектра на уровне покрытия для отрезка 1.

Преобладающая частота $f=7,5$ Гц или период $T=0,133$ сек.

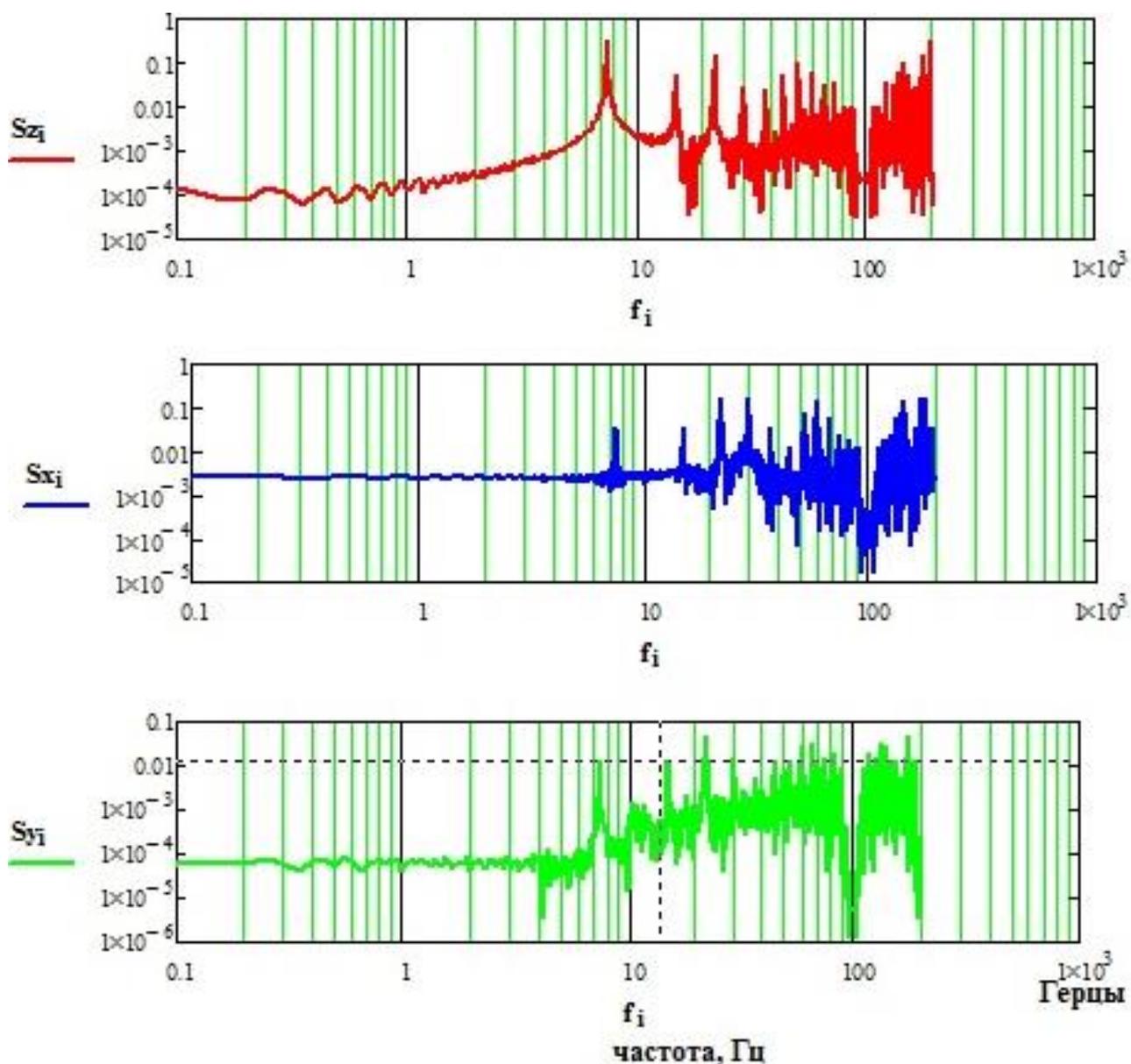


Рисунок 5.16 - Запись амплитудного спектра на уровне покрытия для отрезка 2.

Преобладающая частота $f=7,4$ Гц или период $T=0,135$ сек.

Амплитудно-частотные спектры колебаний модели «сынчевого» дома на уровне покрытия, в пределах двух выбранных отрезков, были приведены на рис. 5.13-5.15. Основная частота преобладает для 1 отрезка $f=7,5$ Гц или в период $T=0,133$ сек.; для 2 отрезка преобладает частота $f=7,4$ Гц или в значении периода $T=0,135$ сек. На рисунке 5.17 показываются записи интенсивности (балльности) колебаний сейсмической платформы с установлением на ней модели дома «сынч». Начало разрушения начинается на ускорении 103 см/с^2 .



Рисунок 5.17 - Запись интенсивности колебаний сейсмоплатформы модели дома «сынч». Начало разрушения начинается на ускорении 103 см/с^2 .

На рис. 5.18 во время прохождения эксперимента представляется запись интенсивности (балльности) колебаний на уровне покрытия модели «сынчевого» дома. Разрушение начинается в значении ускорения 142 см/с^2 . На рисунке 5.19-5.20 приводится график соотношения различных шкал сейсмической интенсивности MSK-64 [83], EMS-92 [193] и других шкал по значениям, полученного ускорения [124].



Рисунок 5.18 - Запись интенсивности колебаний на уровне покрытия модели «сынчевого» дома. Разрушение начинается на ускорении 142 см/с^2 .

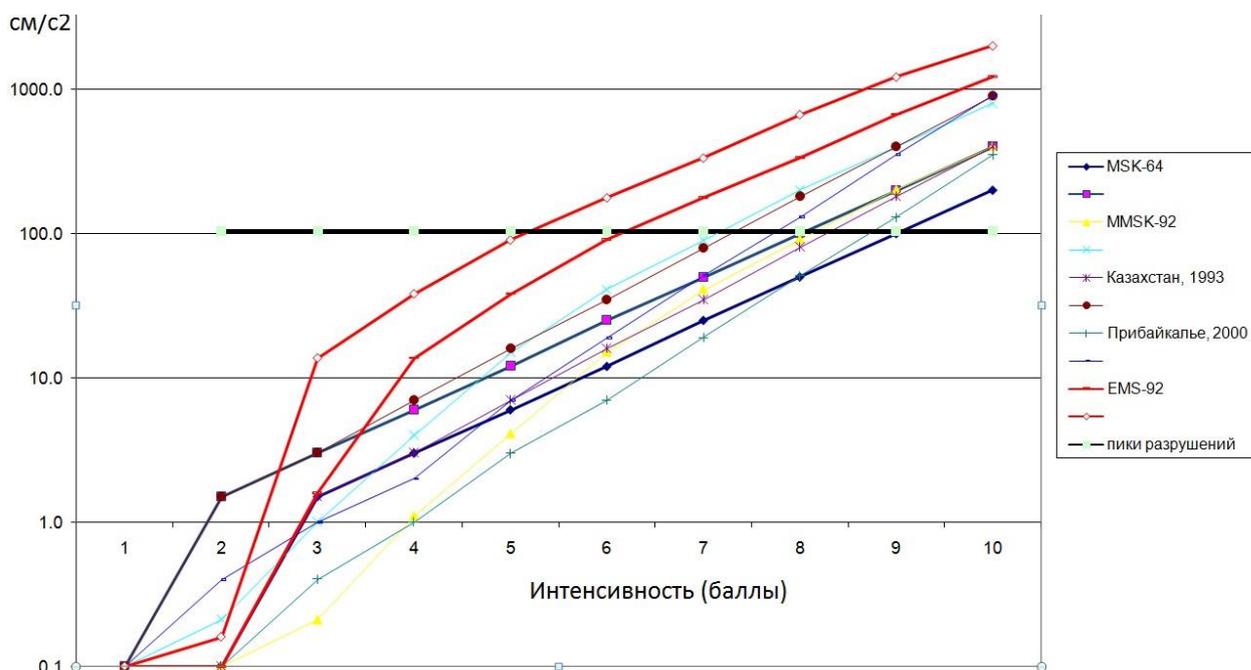


Рисунок 5.19 - Величина интенсивности (баллов) колебаний сейсмической платформы 103 см/с^2 на модели «сынчевого» дома на различных шкалах.

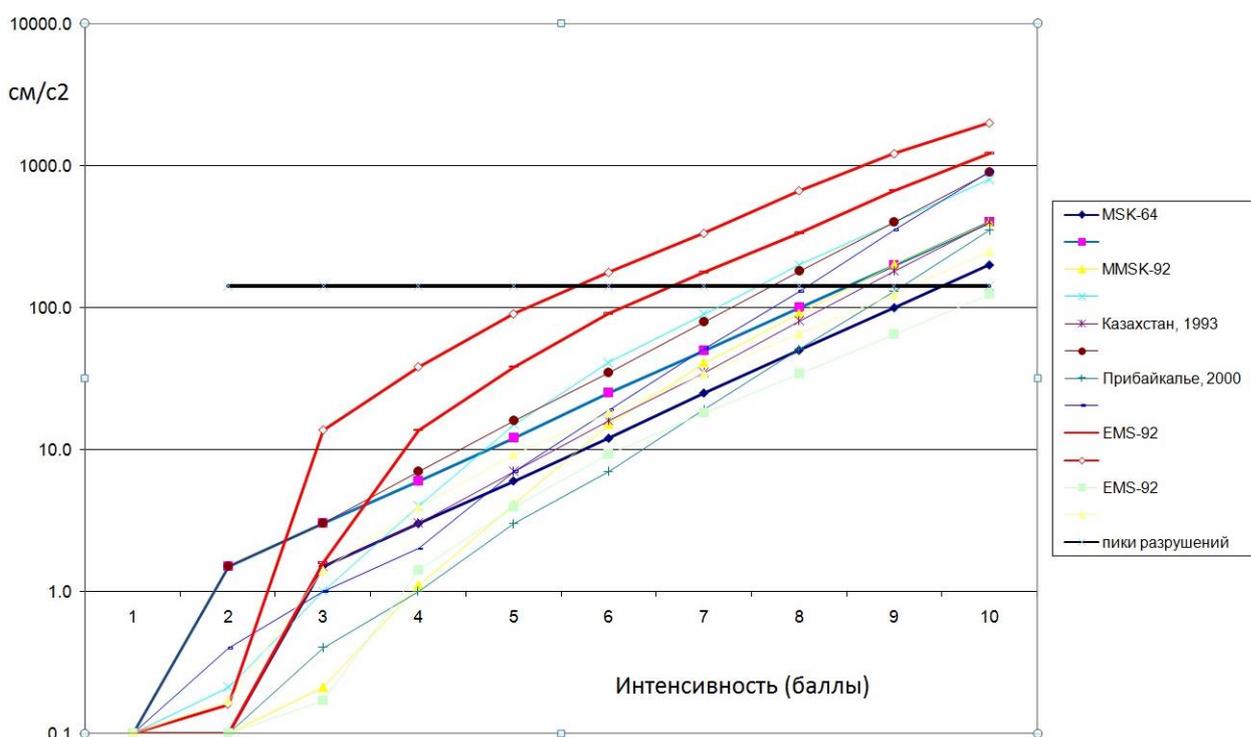


Рисунок 5.20 - Величина интенсивности (баллов) колебаний на уровне покрытия 142 см/с^2 на модели «сынчевого» дома в различных шкалах.

Для модели дома «Сокмо», как и в приведенных ранее примерах, для построения амплитудного спектра выделяются 2 отрезка записей: 1 отрезок – с 8000 до 10000, 2 – отрезок с 12000 до 14000, т.е. в интервале 10 секунд. Общая длительность записи составляет 3 минуты 50 секунд (рисунок 5.21). Запись

колебаний сейсмической платформы производилось по следующим трем направлениям: Z - вертикальная, X - восток-запад, Y - север-юг. Записи амплитудных спектров представлены на рис. 5.22-5.23.

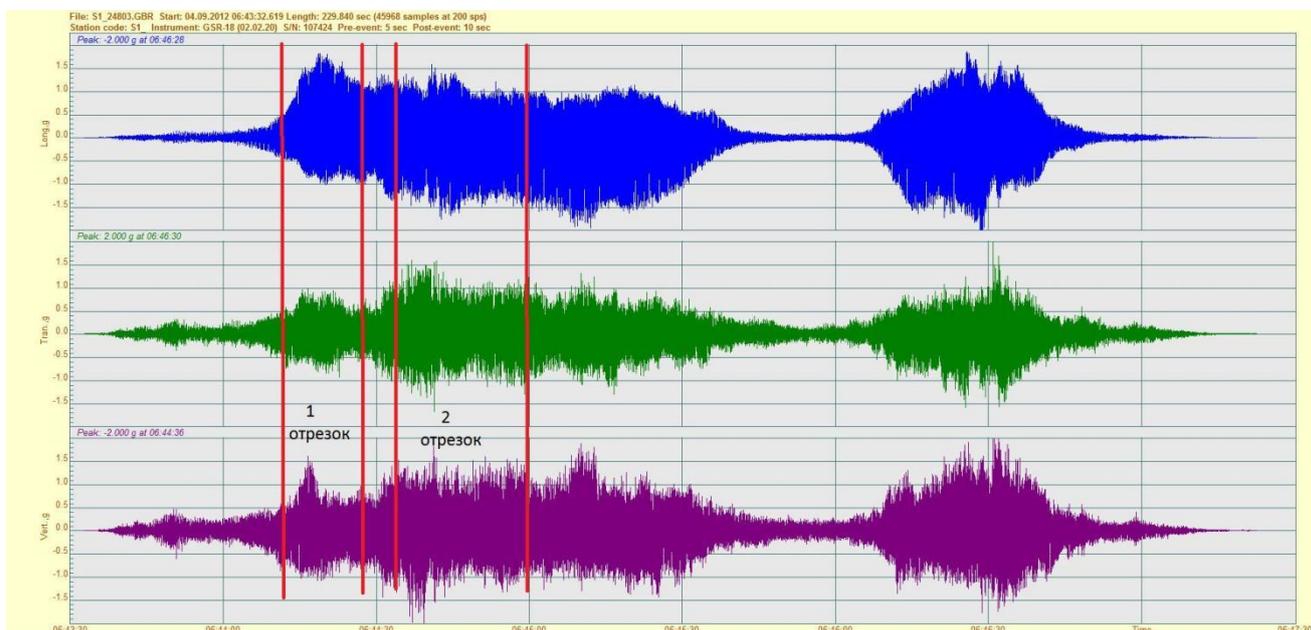


Рисунок 5.21 - Отрезки записи : 1 – с 8000 до 10000, 2 – с 12000 до 14000, т.е. в интервале 10 сек. Полная продолжительность записи составляет 3 минут 50 сек.

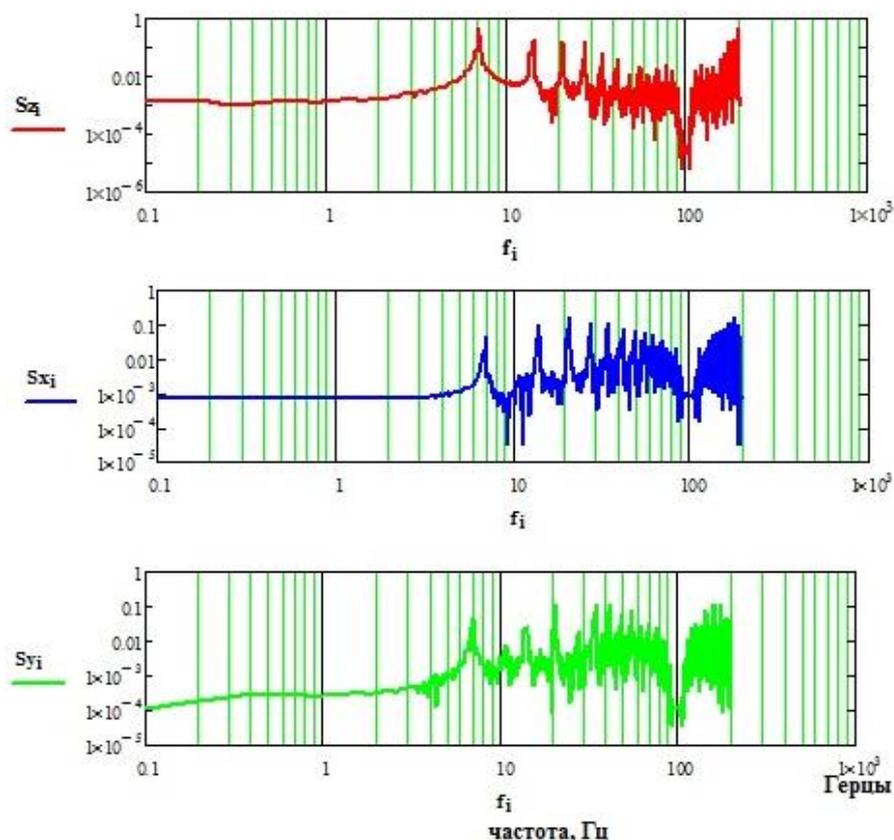


Рисунок 5.22 - Запись амплитудного спектра сейсмической платформы для отрезка 1. Преобладающая частота $f=7,19$ Гц или период $T=0,139$ сек.

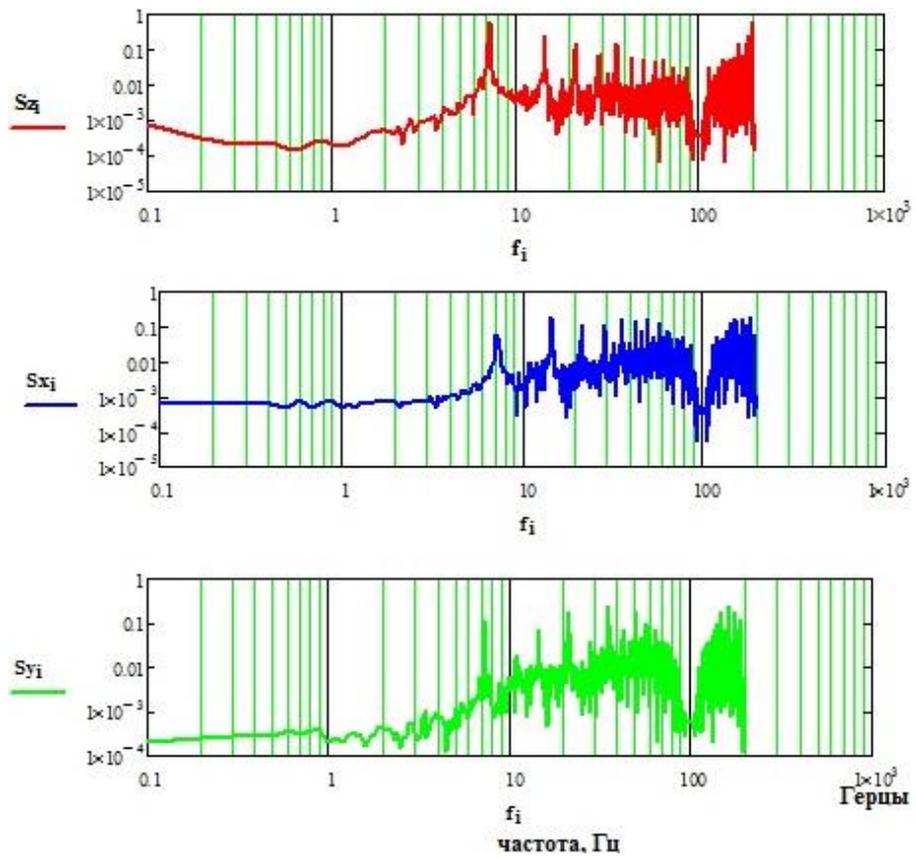


Рисунок 5.23 - Запись амплитудного спектра сейсмоплатформы для отрезка 2.

Преобладающая частота $f=7,0$ Гц или период $T=0,142$ сек.

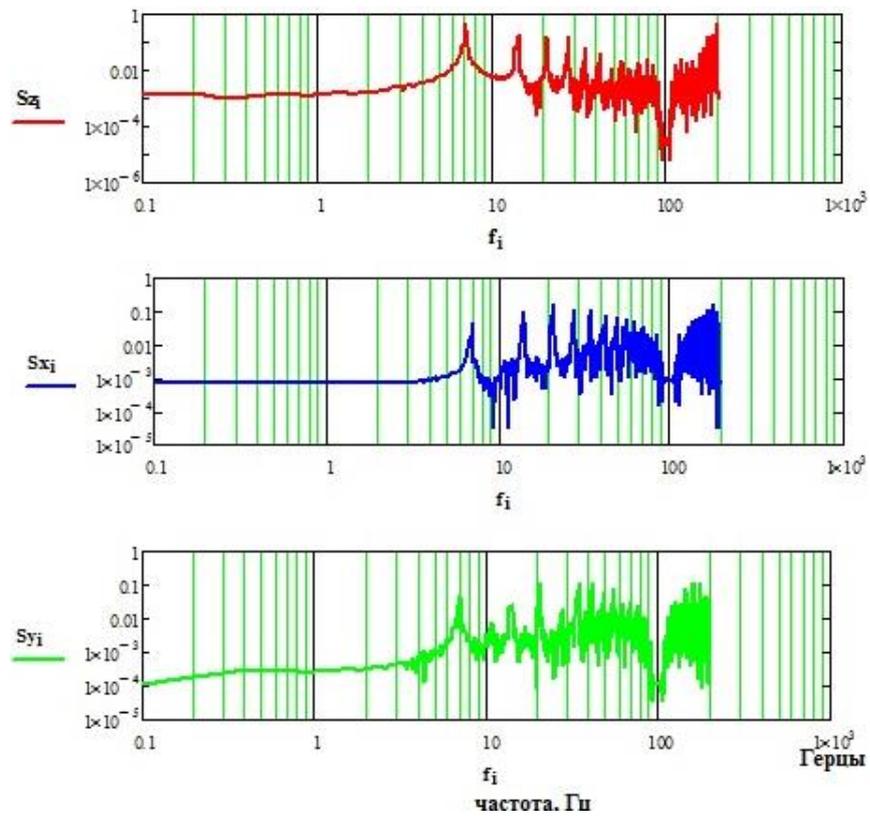


Рисунок 5.24 - Запись амплитудного спектра на уровне покрытия для отрезка 1.

Преобладающая частота $f=7,0$ Гц или период $T=0,142$ сек.

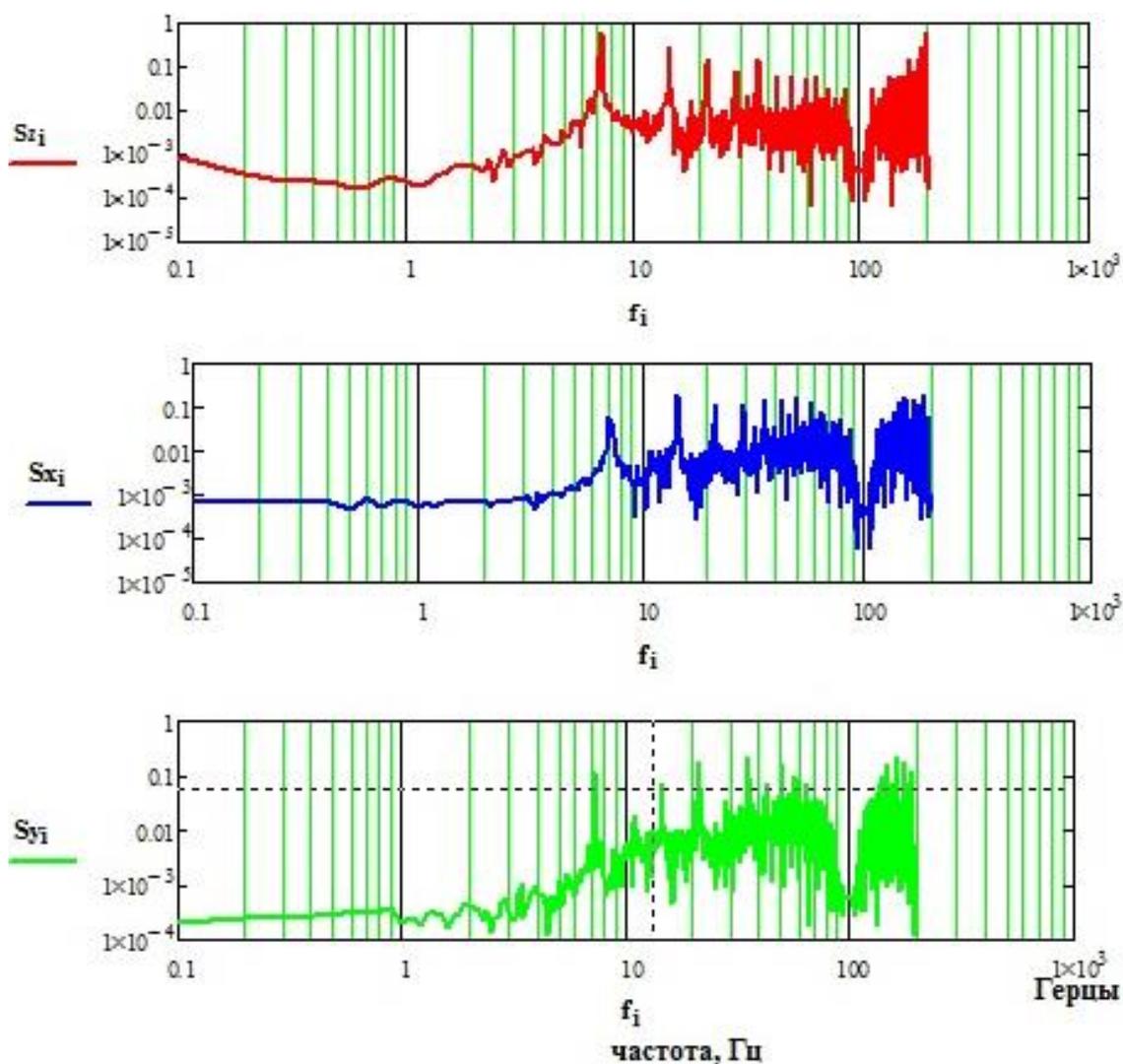


Рисунок 5.25 - Запись амплитудного спектра на уровне покрытия для отрезка 2.

Преобладающая частота $f=7,2$ Гц или период $T=0,139$ сек.

На рис. 5.26 представляется запись интенсивности (балльности) колебаний сейсмической платформы во время эксперимента на модели дома «сокмо». Разрушение отмечается на значении ускорения 185 см/с^2 .

Величина интенсивности колебаний сейсмической платформы составляет 185 см/с^2 на модели дома «сокмо» в различных шкалах сейсмической интенсивности, которая представлена на рисунке 5.28.

Запись колебаний модели «сокмо» на уровне покрытия, выбрана на отрезке 1, которая проводилась по трем составляющим: вертикальной Z, горизонтальным X - восток-запад и Y - север-юг. Рисунки 5.24-5.25 представляют собой амплитудные спектры колебаний модели дома «сокмо» в двух выделенных отрезках на уровне покрытия.



Рисунок 5.26 - Запись интенсивности (балльности) колебаний сейсмоплатформы модели дома «сокмо». Разрушение соответствует ускорению $185\text{см}/\text{с}^2$.

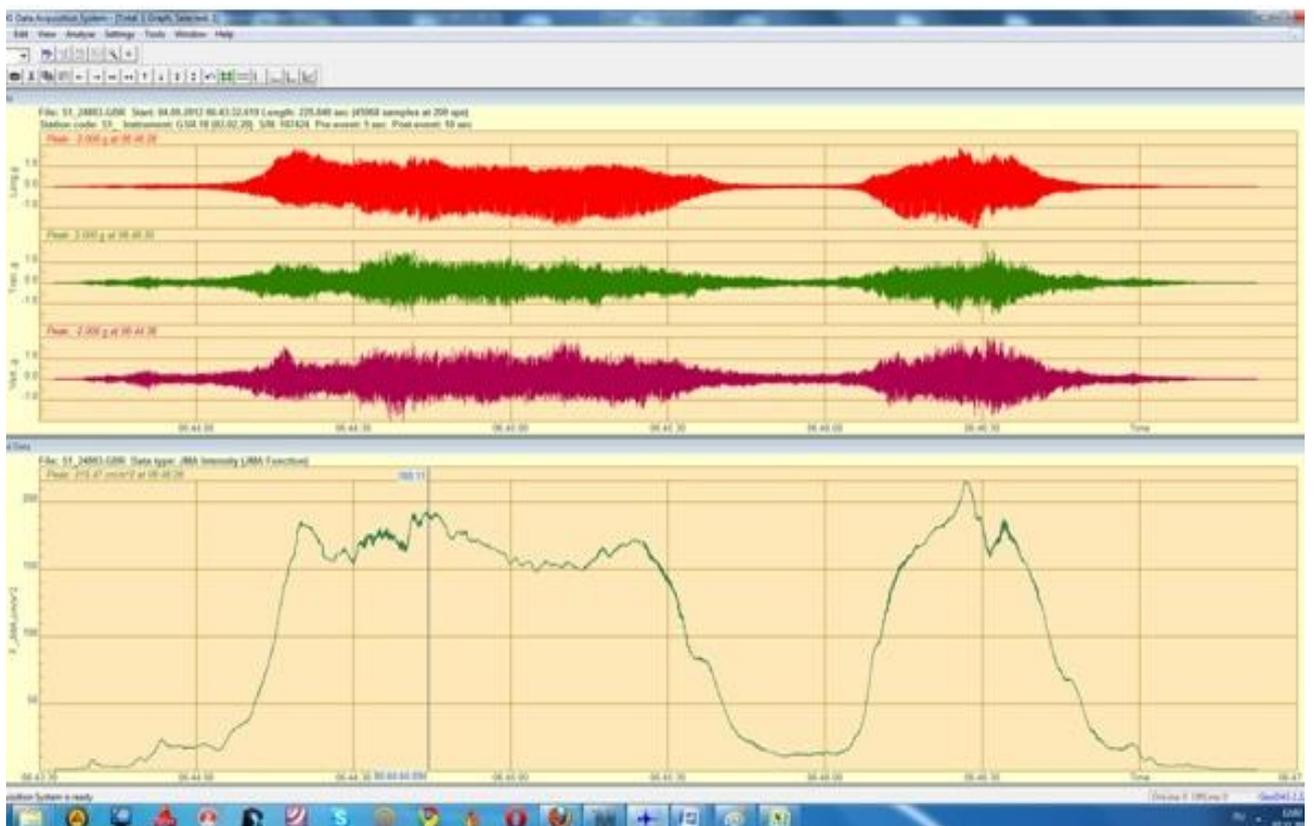


Рисунок 5.27 - Запись интенсивности (балльности) колебаний на уровне покрытия модели «сокмо». Разрушение соответствует ускорению $188\text{ см}/\text{с}^2$.

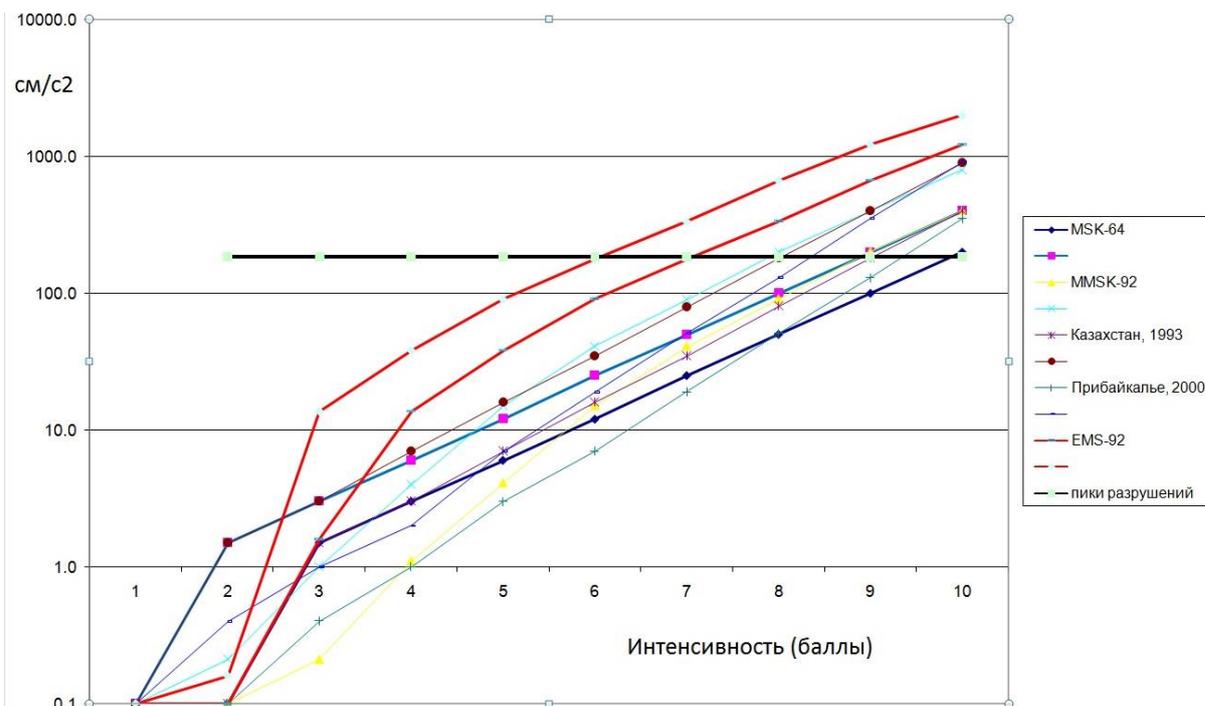


Рисунок 5.28 - Величина интенсивности (баллов) колебаний сейсмической платформы на уск. 185 см/с² на модели дома «сокмо» в различных шкалах.

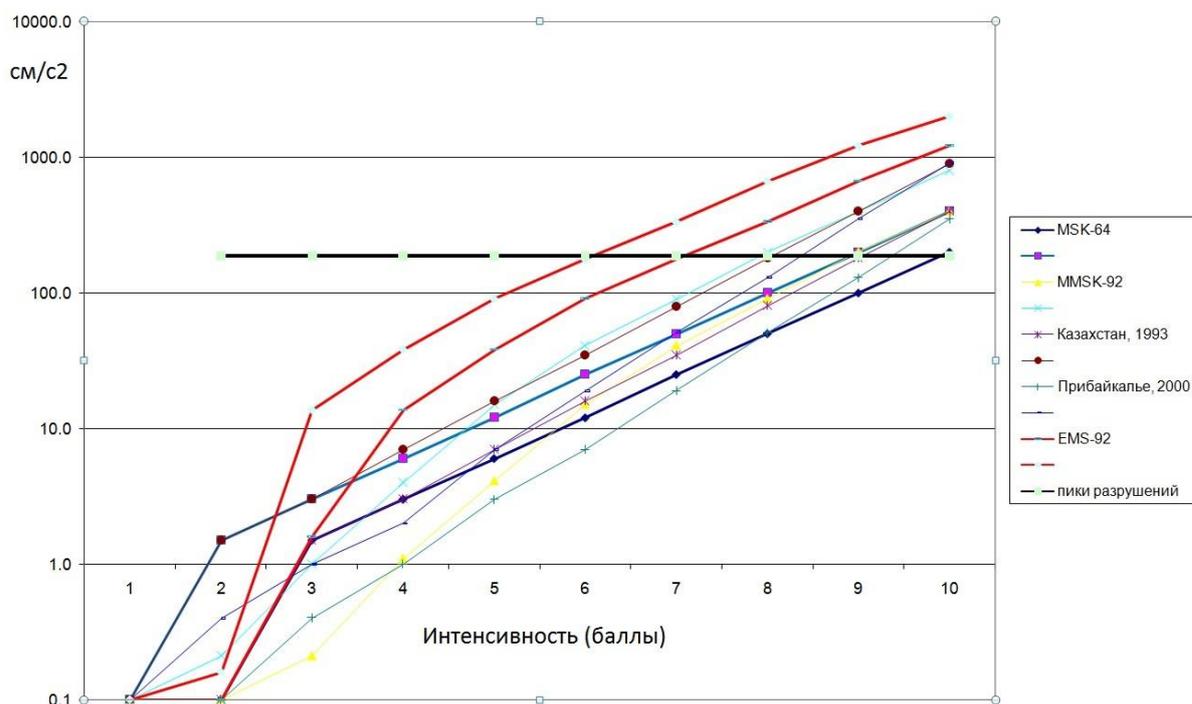


Рисунок 5.29 - Величина интенсивности колебаний ускорений 188 см/с² на модели дома «сокмо» в различных шкалах сейсмической интенсивности.

На рисунке 5.29 представлен график соответствия значений интенсивности колебаний на уровне покрытия с ускорением 188 см/с² на моделировании дома «сокмо» по различным шкалам сейсмической интенсивности.

Также был проведен еще один эксперимент на моделировании дома с железобетонным каркасом и заполнением из глинистых материалов. Записи колебаний представлены на рисунках 5.30 и 5.31. Для построения амплитудного спектра выделяются 3 участка записи: 1 участок – от 7900 до 9900 (рис. 5.32, 5.34), 2 участок - от 12900 до 14900 (рис. 5.36, 5.38), 3 участок – от 22200 до 24200 (рис. 5.40, 5.42), то есть в интервале 10 секунд для каждого отрезка записей. Частотно-амплитудные спектры колебаний при моделировании дома на уровне сейсмической платформы в выбранных трех участках, которые приводятся на рисунках 5.33, 5.37, 5.41. Частоты, которые преобладают находятся в пределах по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,6Гц; 15,3Гц; 22,3Гц; 30,0Гц.

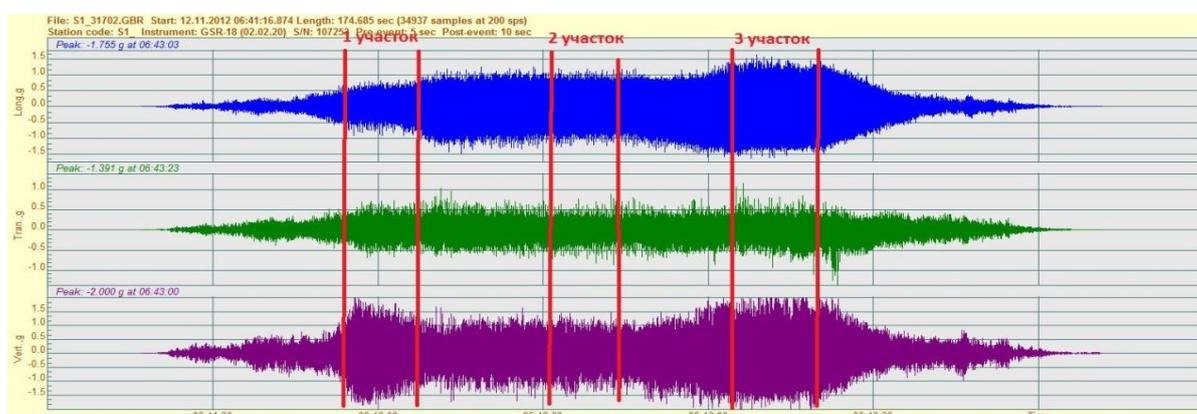


Рисунок 5.30 - Запись колебаний на уровне сеймоплатформы модели дома. Участки записи: 1 - с 7900 до 9900, 2 - с 12900 до 14900, 3 – с 22200 до 24200, т.е. в интервале 10 секунд каждый участок записи.

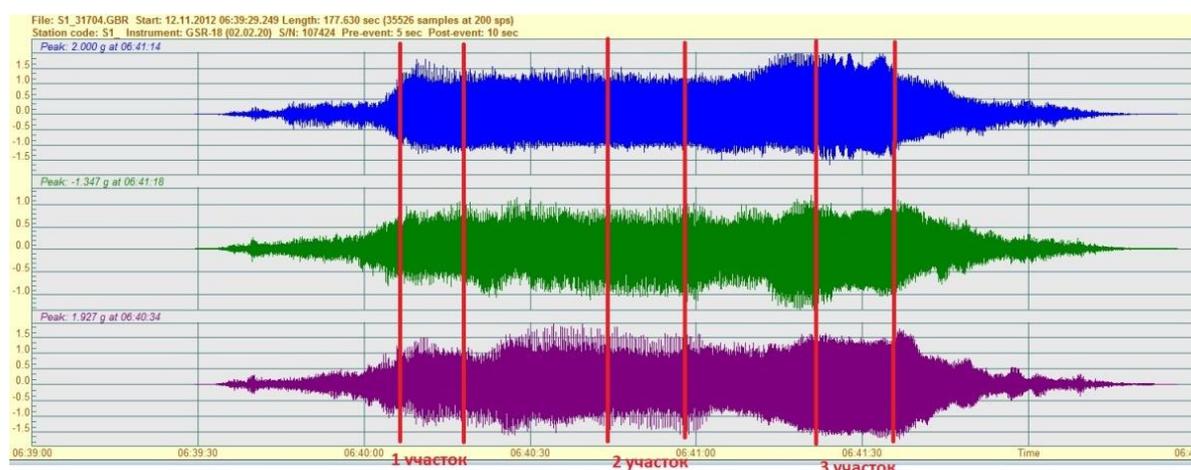


Рисунок 5.31 - Запись колебаний на уровне покрытия модели дома. Участки записи: 1 - с 7900 до 9900, 2 - с 12900 до 14900, 3 – с 22200 до 24200.

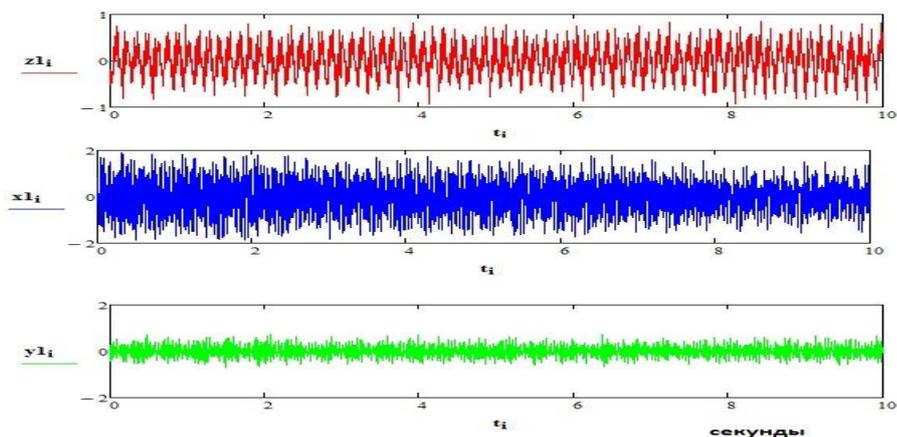


Рисунок 5.32 - Запись колебаний на уровне сейсмической платформы модели дома. Участок записи: 1 - с 7900 до 9900.

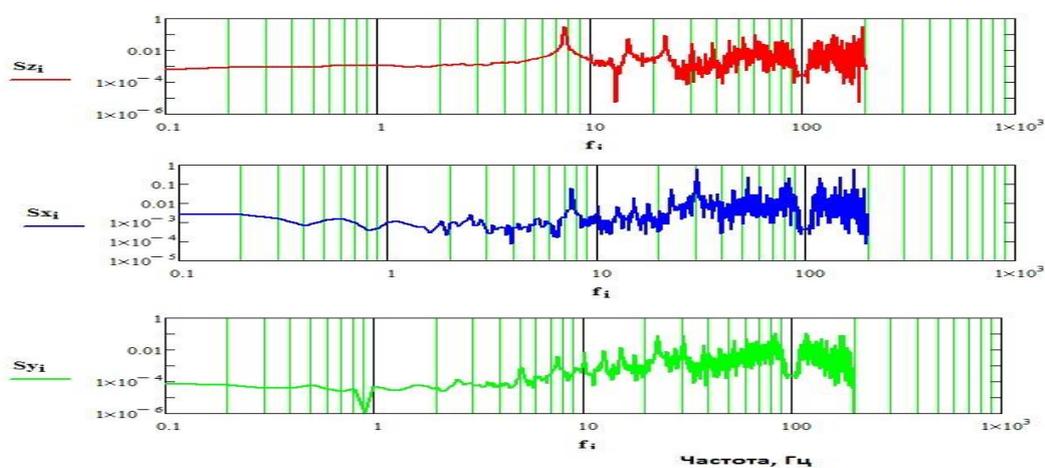


Рисунок 5.33 - Амплитудно-частотный спектр 1 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,6Гц; 15,3Гц; 22,3Гц; 30Гц.

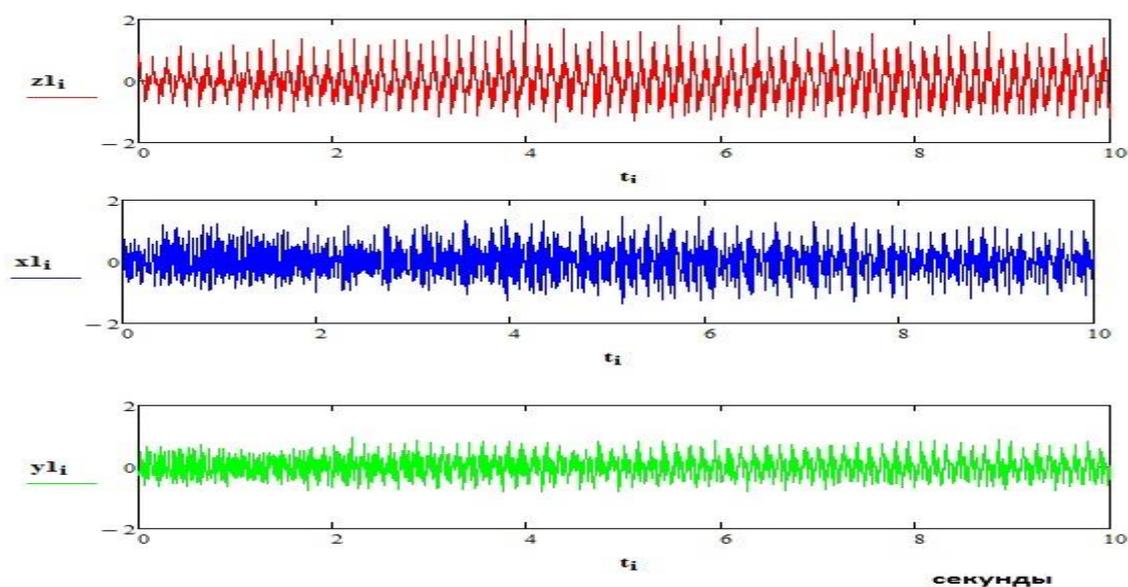


Рисунок 5.34 - Запись колебаний на уровне покрытия модели дома.

Участок записи: 1 - с 7900 до 9900.

Частотно-амплитудные спектры колебания модели дома на уровне покрытия в выбранных пределах трех участков приводятся на рисунках 5.35, 5.39, 5.43. Преобладающие частоты по трем составляющим для 1 участка (Z; В-3; С-Ю): 7,6Гц; 15,3Гц; 22,3Гц; 30,0Гц. Преобладающие частоты по трем составляющим 2 участка (Z; В-3; С-Ю): 7,6Гц; 15,0Гц; 22,7Гц. Преобладающие частоты по трем составляющим для 3 участка (Z; В-3; С-Ю): 7,4Гц; 14,9Гц; 22,2Гц; 29,8Гц.

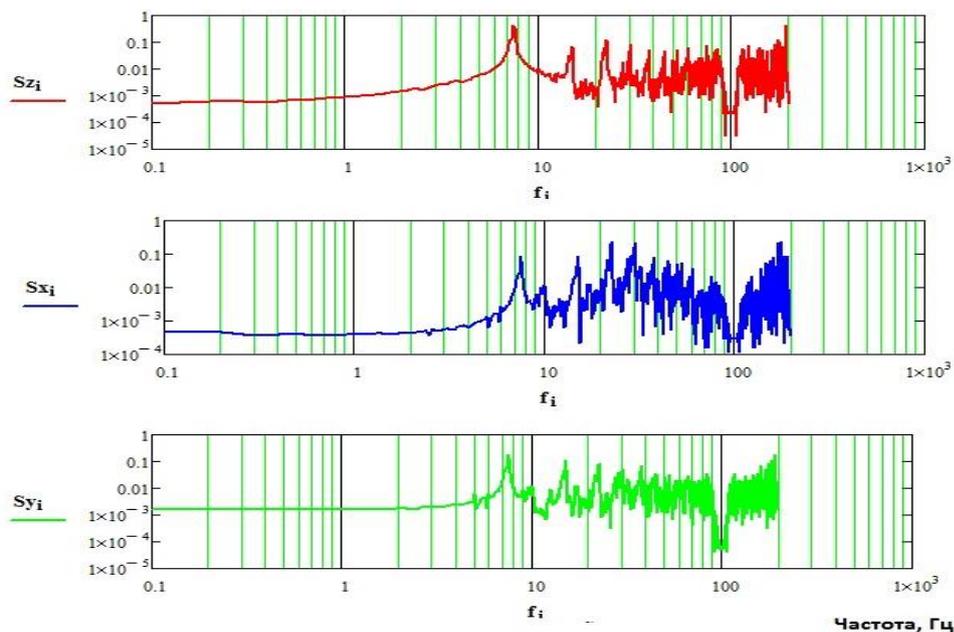


Рисунок 5.35 - Амплитудно-частотный спектр 1 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-3; С-Ю): 7,6Гц; 15,3Гц; 22,3Гц; 30Гц.

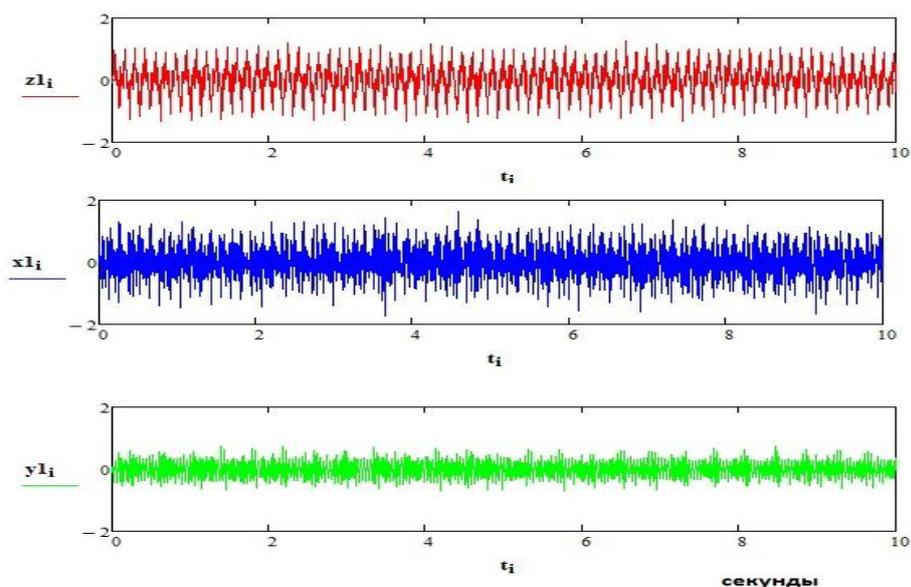


Рисунок 5.36 - Запись колебаний на уровне сейсмоплатформы модели дома.

Участок записи: 2- 12900-14900.

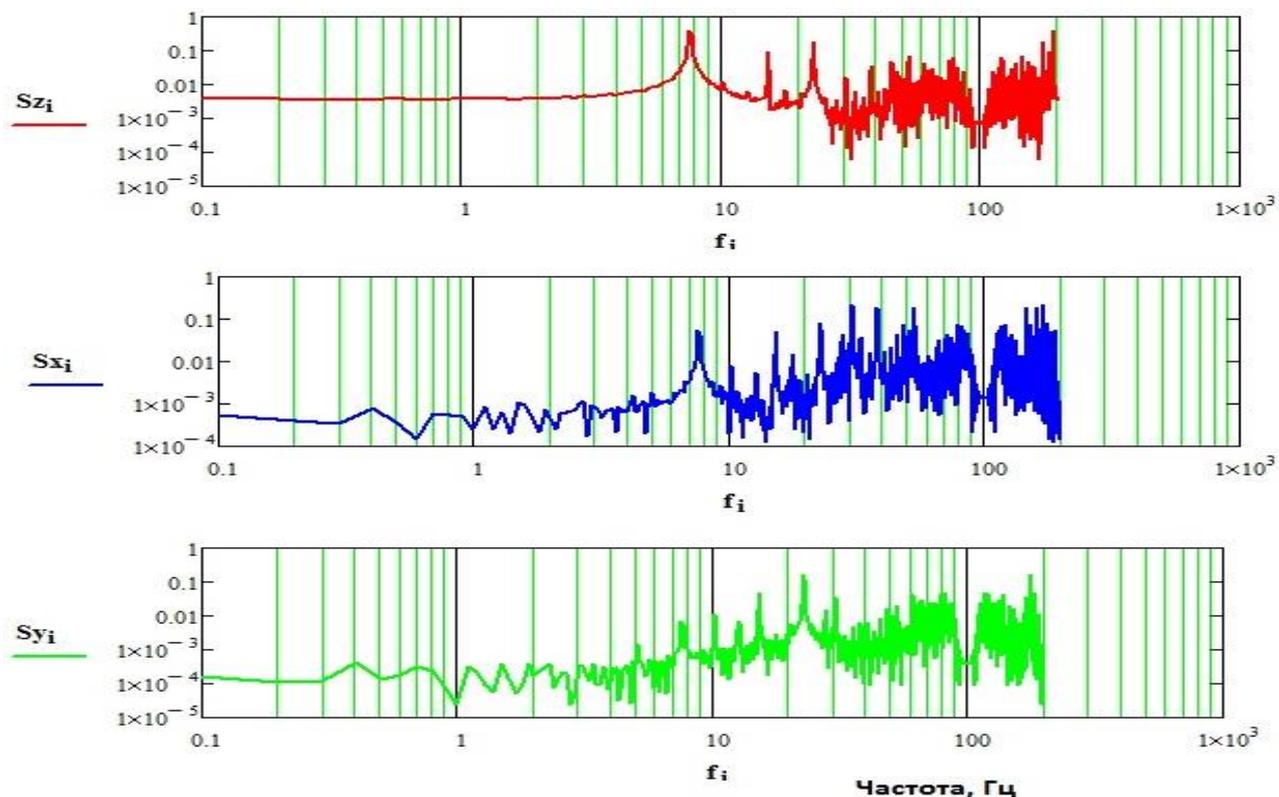


Рисунок 5.37 - Амплитудно-частотный спектр 2 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-3; С-Ю): 7,6Гц; 15,3Гц; 22,3Гц; 30Гц.

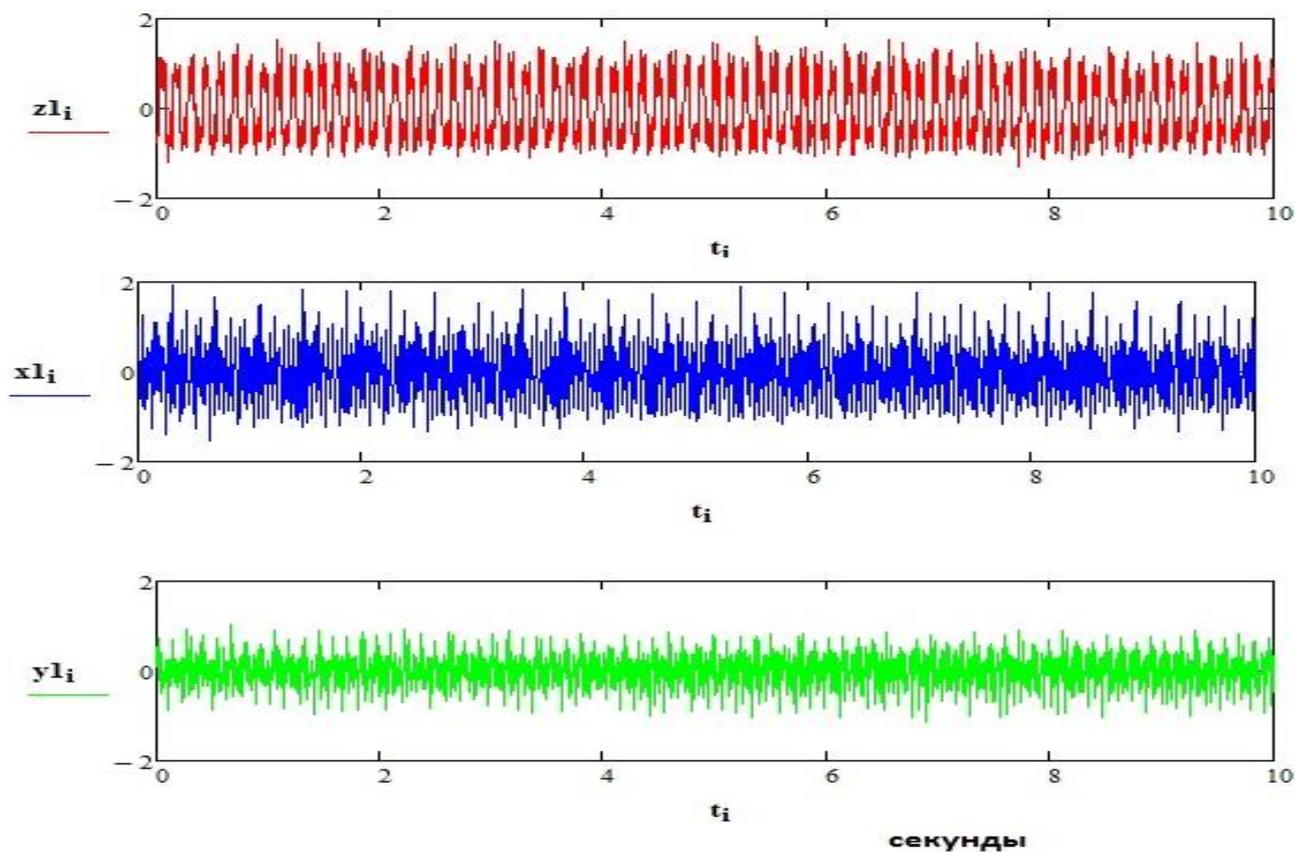


Рисунок 5.38 - Запись колебаний на уровне покрытия модели дома. Участок записи: 2- 12900-14900.

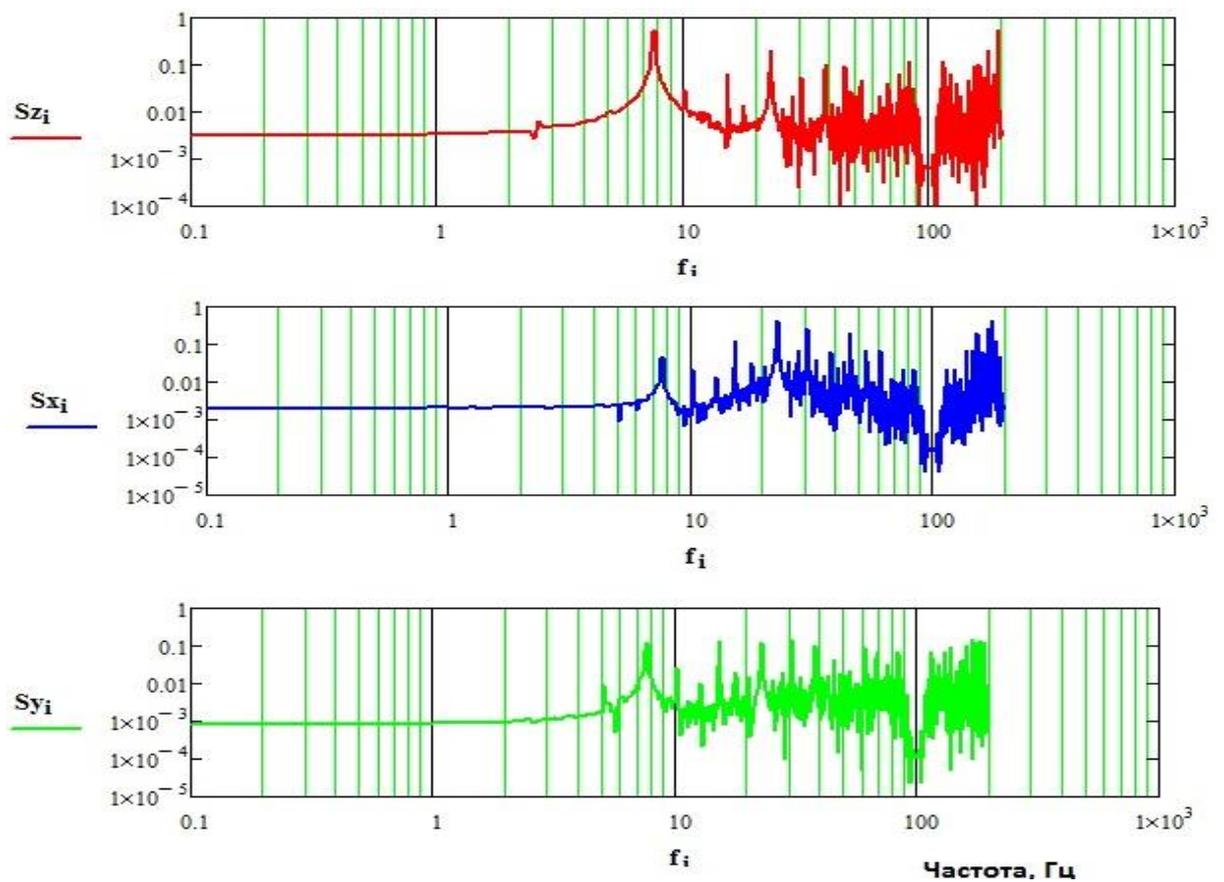


Рисунок 5.39 - Амплитудно-частотный спектр 2 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,6Гц; 15,0Гц; 22,7Гц.

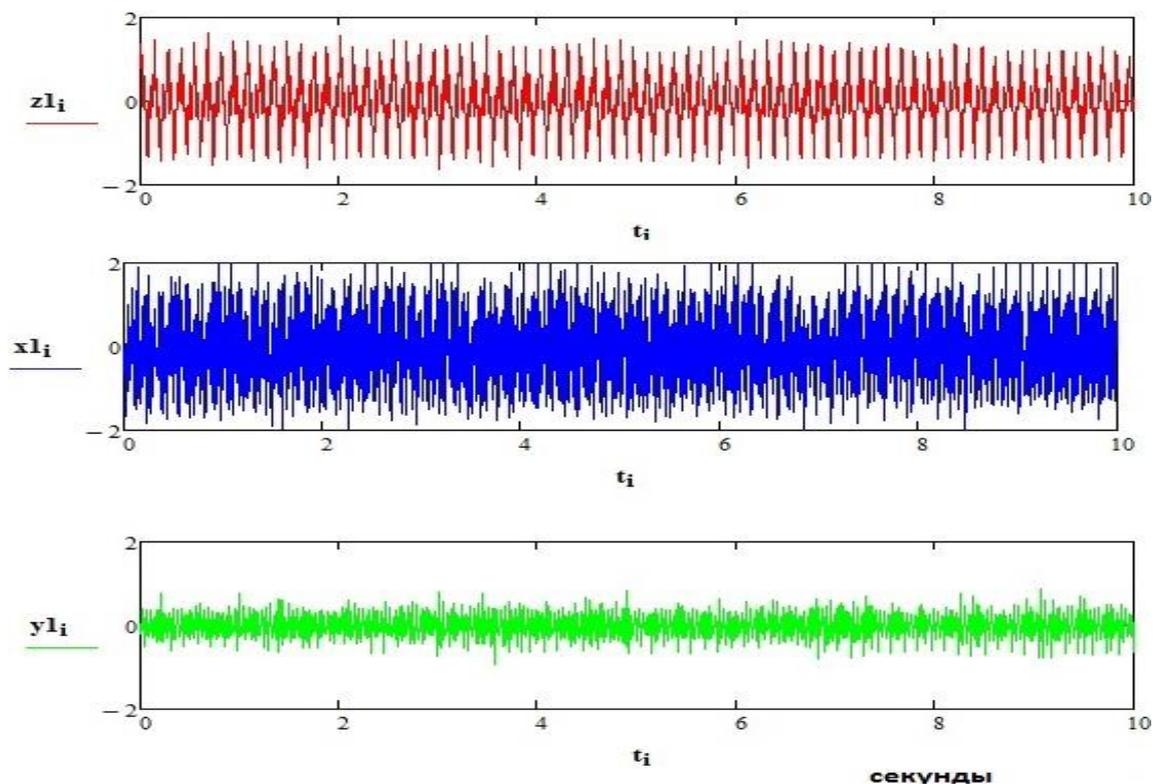


Рисунок 5.40 - Запись колебаний на уровне сейсмоплатформы модели дома. Участок записи: 3- 22200-24200.

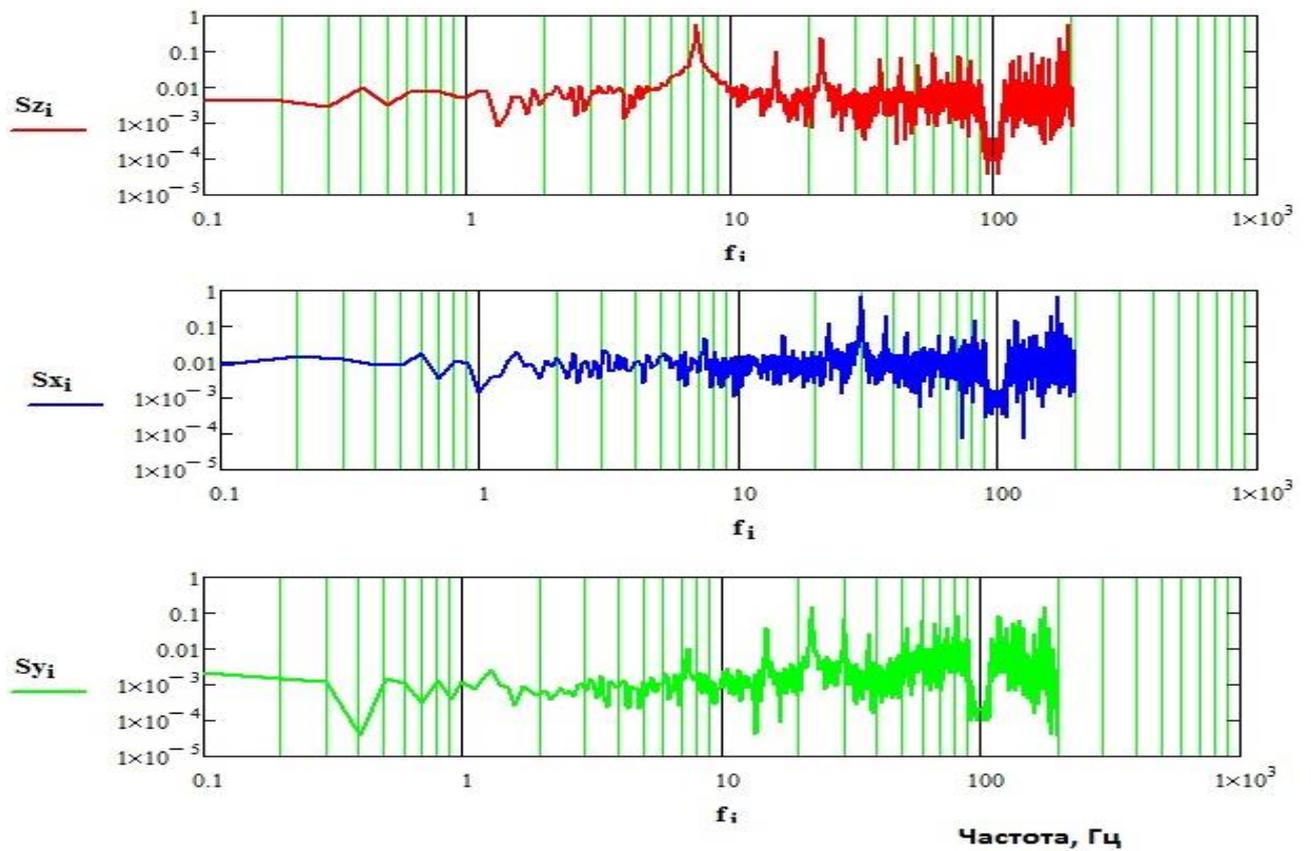


Рисунок 5.41 - Амплитудно-частотный спектр 3 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,4Гц; 14,9Гц; 22,2Гц; 30,0Гц.

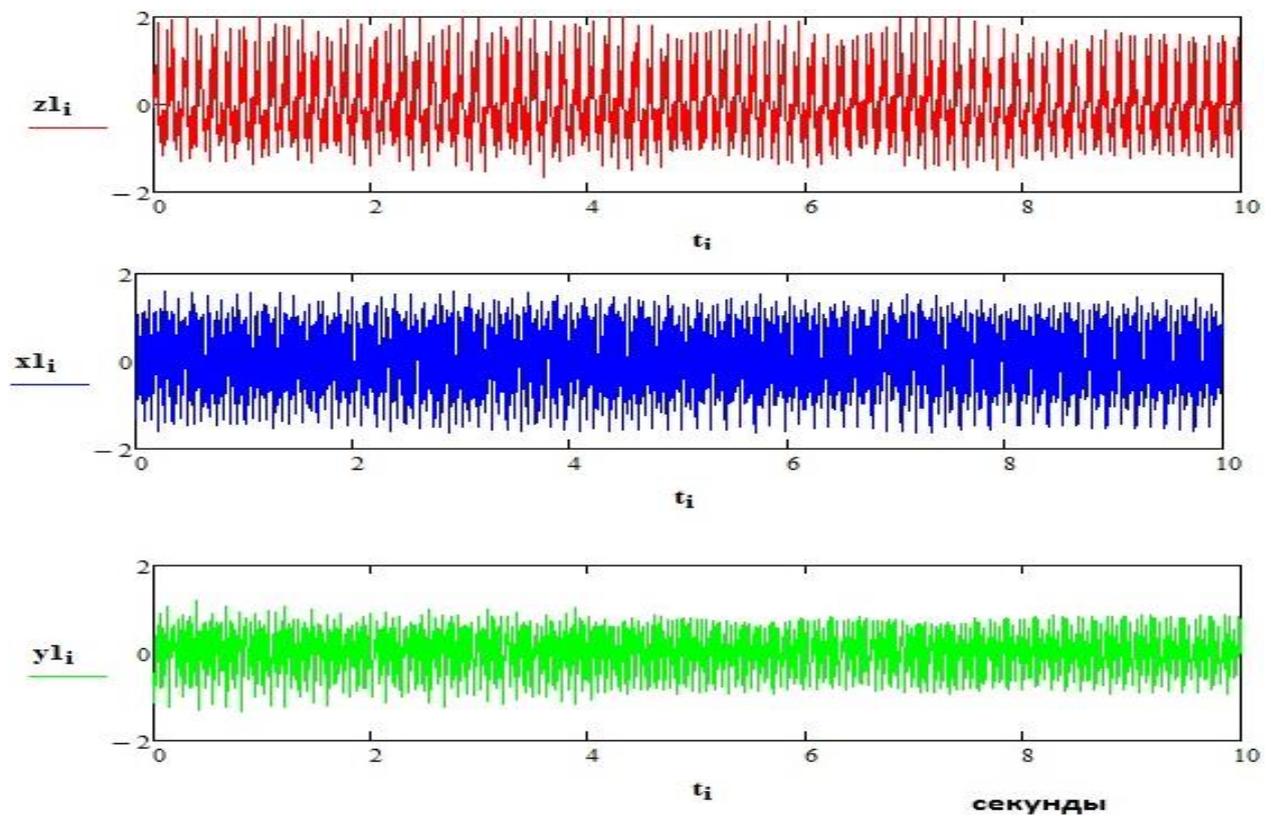


Рисунок 5.42 - Запись колебаний на уровне покрытия модели дома.

Участок записи: 3- 22200-24200.

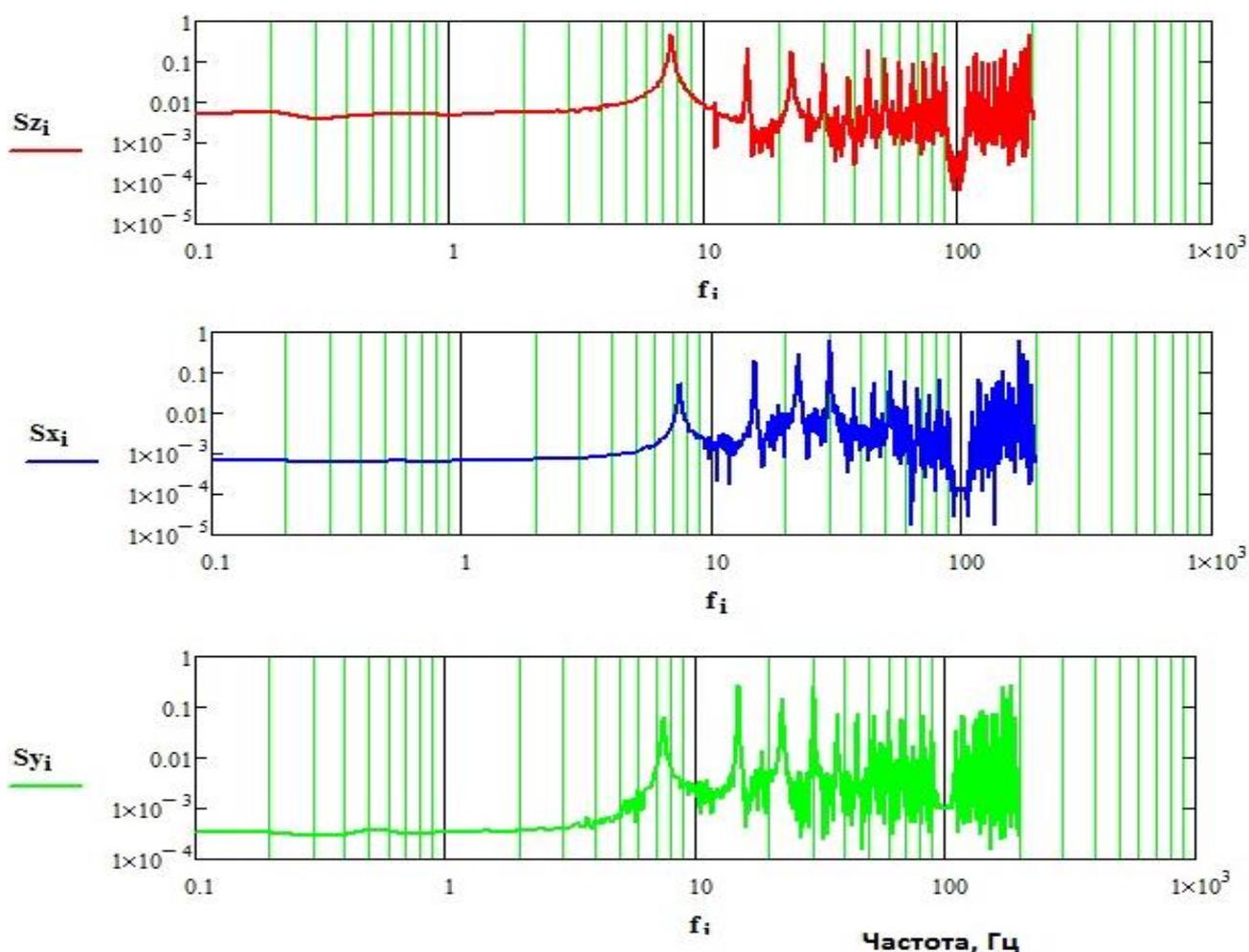


Рисунок 5.43 - Амплитудно-частотный спектр 3 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,4Гц; 14,9Гц; 22,2Гц; 29,8Гц.

Максимально достигаемые значения амплитуды ускорения на уровне вибрируемой платформы составляют: В-З - 1,755g, С-Ю - 1,391g, Z - 2,0g. Данные значения приравниваются к 8-9 баллам по шкале сейсмической интенсивности MSK-64 [83], в соответствии с европейской шкалой EMS-92 [193] приравниваются к 6-7 баллам (рис. 5.44).

Максимально достигаемые значения амплитуды ускорения на уровне вибрируемой платформы составляют: В-З - 2g, С-Ю - 1,347g, Z - 1,927g. Данные значения приравниваются к 8 баллам по шкале сейсмической интенсивности MSK-64, в соответствии с европейской шкалой EMS-92 приравниваются к 6-7 баллам (рис. 5.45)



Рисунок 5.44 - Максимальные значения интенсивности на уровне виброплатформы, выраженные в ускорениях.

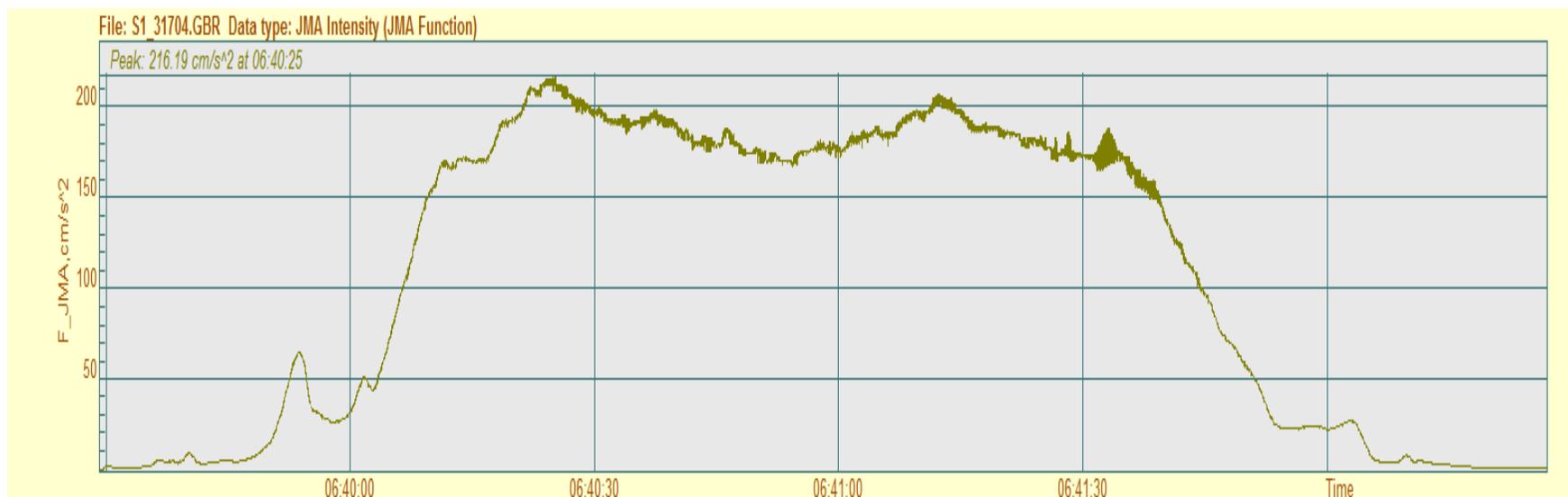


Рисунок 5.45 - Максимальные значения интенсивности на уровне покрытия, выраженные в ускорениях.

Заключение по главе 5

Анализируя результаты проведенных экспериментов, проведенных нами в четырёх построенных моделях домов, делаем условную ранжировку (пьедестал) сейсмической устойчивости для размещения их по экономическим составляющим, технологиям возведения и устойчивости к землетрясениям, а также по результатам экспериментальных исследований:

1. первое место занимают – моделирование домов с «железобетонным каркасом» – каркасы домов такой конструкции принимают весь груз при соблюдении всех рекомендованных строительных технологий (способов). Также при небольшой трате денежных средств, можно в данной конструкции дома разместить в готовые проемы двери и окна, железобетонные сердечники, затем соединить их между собой фундаментом и сейсмическим поясом. Стену с внутренней и наружной сторон можно усилить сеткой, прочно связать с железобетонными колоннами и сердечниками, сверху залить и покрыть раствором;

2. второе место – моделирование домов типа «сынч» – в таких домах каждые конструктивные элементы хорошо взаимосвязаны с другими конструктивными элементами, то есть все элементы работают в единстве. Все дома типа «сынч» входят в число таких домов, которые строятся легко и быстро по отношению с другими домами, также такие дома не требуют лишних транспортных расходов. Поэтому рекомендуется в тех зонах риска, где могут быть частые землетрясения, строить дома именно такой конструкции. Для уменьшения массы глины в качестве заполнителя применяли пенопластовые шарики (пенополистирол) плотностью $15 \div 20 \text{ кг/м}^3$. Для выявления оптимального соотношения глины и пенополистирола были изготовлены и испытаны на сжатие образцы-кубы размером $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$ (рисунок 5.2). В ходе исследований нами был получен патент на модифицированный глинистый материал с пенополистролом;

3. третье место – моделирование домов с возведенными стенами из необожженного кирпича или блоков правильной формы, а также пахсовые дома.

Особенность стен такого типа домов заключается в том, что в местах соединения углов кирпичи и блоки укладываются друг к другу крест-накрест, тем самым позволяет стенам не расходится. Устойчивость кирпичей намного превосходит по характеристикам по отношению к другим материалам, которые изготавливаются из глины. Что касается пахсовых домов по всему периметру непрерывно укладываются настоявшиеся глины с добавлением различных связующих добавок (в основном солома) на высоту 50-60 см рядами, по итогу такая конструкция домов получается монолитной, единой я. Если стену с внутренней и наружной сторон усилить (укрепить), покрыв сеткой и под сильным давлением сверху разбрызгать песчано-цементный раствор, штукатурку, в такому случае такие дома могут подняться на второе место;

4. четвертое место – моделирование домов со стенами, сооруженные из глинобитных материалов или различных грунтовых (глиняных) кусков неправильной формы. Причина подверженности таких домов к разрушению заключается в том, что в таких домах несущие конструкции не связаны между собой, не выполняются антисейсмические мероприятия, также могут быть возникшие последствия неправильной эксплуатации домов.

ГЛАВА 6. РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторией «Сейсмостойкое строительство» кафедры «Проектирование, возведение зданий и сейсмостойкое строительство» КИСИ им. Н. Исанова совместно с Центром трансферта технологий и БОФ «Хабитат-Кыргызстан» была проведена серия экспериментов, целью которых является испытание 4 моделей [63, 111, 116, 198] дома размером 3 × 4 м на сеймоплатформе КИСИ им. Н. Исанова и сравнение их на сейсмоустойчивость [58-64, 124, 138, 169, 178, 193].

Исходя из полученных знаний и опыта можно сделать определенные выводы о применении глины в строительстве, как экологичного строительного материала, которые имеет свои преимущества. К примеру, определённно можно сказать, что дом построенных из глины «дышит» и поддерживает здоровый климат у людей, проживающих в таком доме. Применение глины в строительстве жилого дома способствует регулированию влажностью воздуха в пределах 40–60 процентов, тем самым способствует снижению количества пыли в воздухе. Строительные материалы из глины не вызывают аллергических реакций, поскольку сама глина действует как фильтр, то есть поглощает вредные для здоровья вещества. Кроме того, глиняные поверхности не удерживают зарядов статического электричества. В связи с тем, что человек в доме по большей части времени проводит в кухонной и спальняной зонах, то желательно в этих указанных помещениях необходимо использование глиняной штукатурки и красок. В кухонной зоне также есть преимущественное свойство глины – поглощение запахов.

При ведении строительства жилых домов большое количество застройщиков сталкиваются с главной проблемой - выбор строительных материалов для возведения строительного объекта. В основном выбор зависит от финансовых возможностей застройщиков. При выборе строительного материала для возведения стен жилых домов желательно соблюдать золотую середину. Под

этим понятием понимается соотношение стоимость-качество. Стоимость строительного материала отличается в зависимости от многих факторов. В том числе теплоизоляционных качеств, эстетического фактора, массы и размера.

В Средней Азии, в частности, Кыргызстане наиболее часто используемым местным материалом для возведения стен при строительстве малоэтажных (до 3 этажей) зданий различной структуры является глина. Как показывает исторический опыт, широкому распространению сооружений из глины способствовали легкость приготовления, доступность и повсеместность сырья, отсутствие транспортных расходов и дешевизна.

По итогам приведенных исследований в очередной раз убеждаемся в том, что дома, построенные без достаточного знания и соблюдения технологии строительства жилых строений, из глины в различном виде (сокмо, необожженный кирпич и пахса), не устойчивы к землетрясению.

Если глинобитное здание было построено без необходимых элементов усиления, его все еще можно усилить. Конечно, в этом случае нельзя с точностью гарантировать, что дом выдержит очередное землетрясение без каких-либо повреждений, но, по крайней мере, в любом случае, правильно определенная проблема предотвратит большие потери. Возможно, сохранит жизнь вам или членам вашей семьи или снизит степень возможного ущерба здоровью. К тому же, правильно и своевременно проведенное усиление даст больше времени для того, чтобы покинуть помещение [63, 121].

6.1. Опыты по усилению существующих зданий из местных материалов и разработка рекомендаций

В настоящее время на территории республики сложились традиционные виды индивидуального строительства с применением местных глинистых материалов, объемы строительства которого в последние годы возрастают. Действующие нормы по существу запрещают строительство зданий из глинистых материалов в сейсмических районах [143, 149].

Однако из-за дефицита материально-технических ресурсов оно широко практикуется в сельской местности, а это более 80 % населенных пунктов страны. В связи с этим необходимо разработать сейсмостойкие конструктивно-планировочные решения домов с применением местных строительных материалов [127, 128].

Приведем следующие примеры, когда минимально выполненные мероприятия дали неплохой результат.

Пример 1 – в одной из стран Южной Америки (Перу) были проведены частичные усиления глинобитных домов с использованием несложной технологии, и после очередного землетрясения это дало свои неплохие результаты [59, 60, 82, 124, 138, 169, 179]. В качестве усиления используется сварная металлическая сетка ячейкой 2,5 x 2,5 см. Листы сетки анкеруются на горизонтальных и вертикальных стыках или углах стен с обеих сторон, с внешней и внутренней стороны. Между сетками, насквозь стены продевается анкер и фиксирует их между собой (рисунок 6.1). Подобное усиление на существующих зданиях, не усиленных во время строительства, имитирует поведение ригелей, сердечников и колонн.

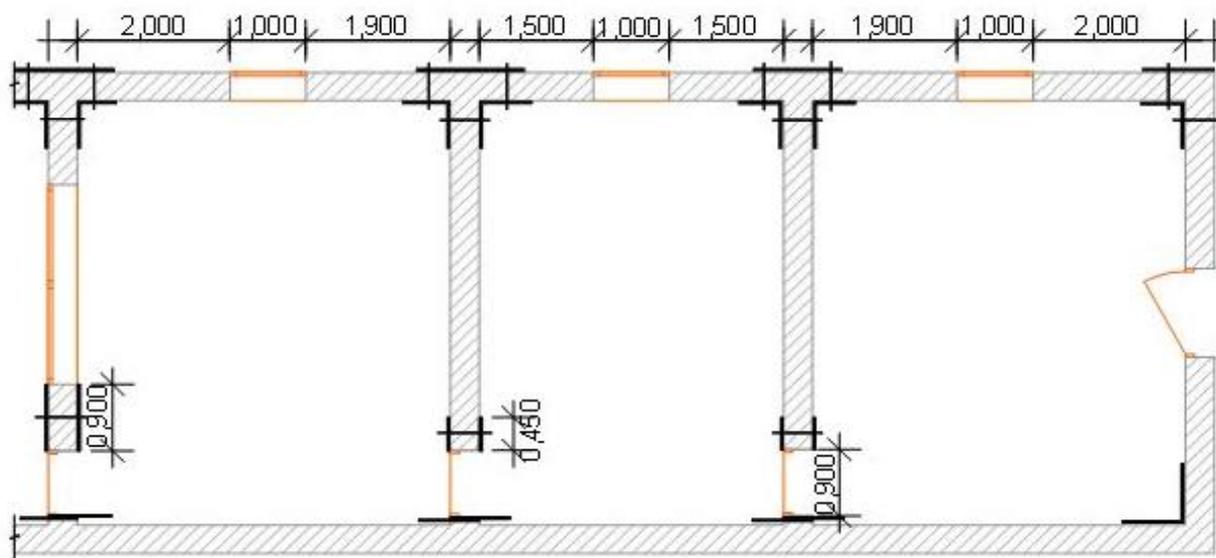


Рисунок 6.1 - Схема глинобитной постройки усиливаемой по методу частичного усиления.

Пример 2 – один из методов усиления глинобитных зданий из практического опыта «Хабитат фор Хьюманити», разработанного совместно с

Институтом сейсмостойкого строительства и сейсмологии Академии Наук Таджикистана, это одностороннее усиление несущих стен одноэтажных домов со стенами из глиноматериалов, т.е. «вживление» в стены глинобитной постройки деревянного каркаса, аналогичного «сынчевой» конструкции. Данный метод прошел экспериментальную проверку в институте сейсмологии Таджикистана и по его заключению обеспечивает безопасность глинобитных построек в 8 балльной сейсмической зоне [125]. Суть этой технологии заключается в усилении глинобитных стен с помощью деревянного бруса (150x100 мм) по горизонтальным и вертикальным углам стен с диагональными распорками (100x50 мм) между ними, с последующей накрывкой каркаса сплетенной сетью из тутовых, ивовых и др. ветвей. По результатам испытаний ветки тутовника признаны наиболее прочными из древесных растений, широко произрастающих на территории Кумсангирского района Таджикистана. Производство работ происходит по следующей последовательности (рис. 6.2):

1. обдирка штукатурного слоя стен до основной стены;
2. разметка стены для штроб (горизонтально и вертикально по углам и краям проемов, а также диагонально между стойками каркаса). Штробирование стен на глубину 150 мм, шириной 120-150 мм;
3. установка деревянного бруса в штробы и закрепление между собой, фундаментом и балками перекрытия;
4. установка сплетенной сетки из тутовых веток ячейкой 150X150 мм толщина веток 15-25 мм.



Рисунок 6.2 - Каркас и сетка из прутьев установленные в стену.

Пример 3 – другой вариант, еще один вид усиления наших Узбекистанских коллег [169]. Здания рекомендуется усиливать таким образом (рисунок 6.3):

1. рекомендуется все несущие стены усиливать двусторонними вертикальными арматурными сетками с ячейками 150x150 мм из проволоки Вр-I диаметром не менее 4 мм;

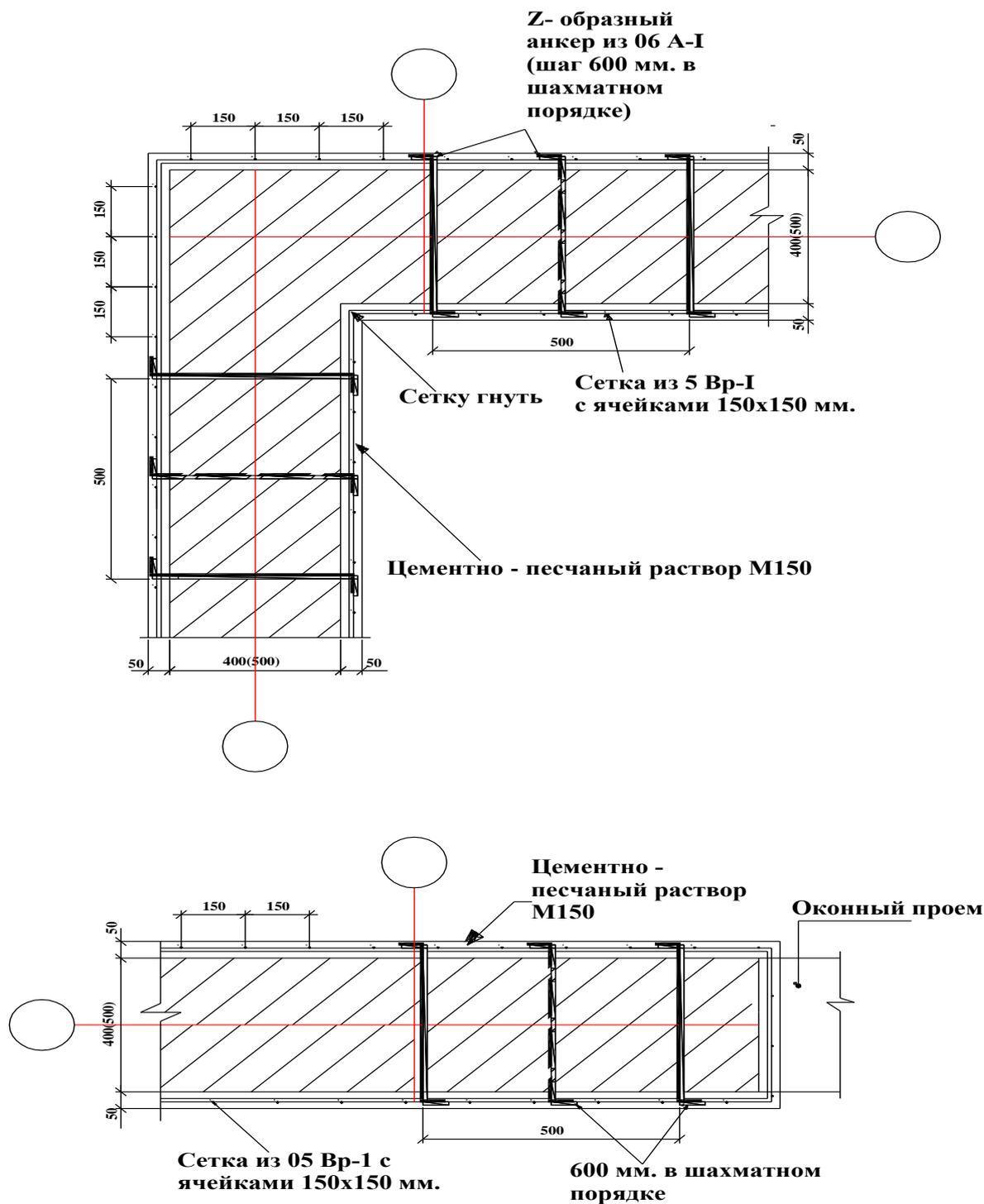


Рисунок 6.3 - Схема усиления глинобитных стен Z-образными стержнями и сеткой 150X150 из проволоки Вр-1 диам. 4-5 мм.

2. перед установкой сеток с двух сторон стен снимается штукатурка;
3. сетки противоположных сторон связываются между собой Z-образными стержнями диаметром 6-8 мм из стали класса А-I. Как показано на следующем рисунке;
4. в нижней части сетки заводятся на 20 см ниже отметки верха земли и анкерятся в фундаменте или во вновь возводимом фундаменте;
5. в верхней части, сетки объединяются сейсмопоясом, состоящим из двух арматурных стержней диаметром 12 мм, установленных непрерывно по всему периметру с двух сторон несущих стен;
6. по сеткам наносится цементно-песчаный раствор с прочностью на сжатие не ниже 100 кгс/см². Перед нанесением раствора поверхность стен следует смочить водой.

Пример 4. КыргызНИИП сейсмостойкого строительства разработал метод усиления “Как можно сделать более безопасным существующий дом из глинистых материалов” [16, 63, 134, 169]. Основными элементами усиления одноэтажных зданий со стенами из сырцового кирпича и самана являются дополнительные деревянные каркасы из брусков и досок, их устанавливают с двух сторон стен и соединяют между собой при помощи накладок и металлических болтов (рис. 6.4).

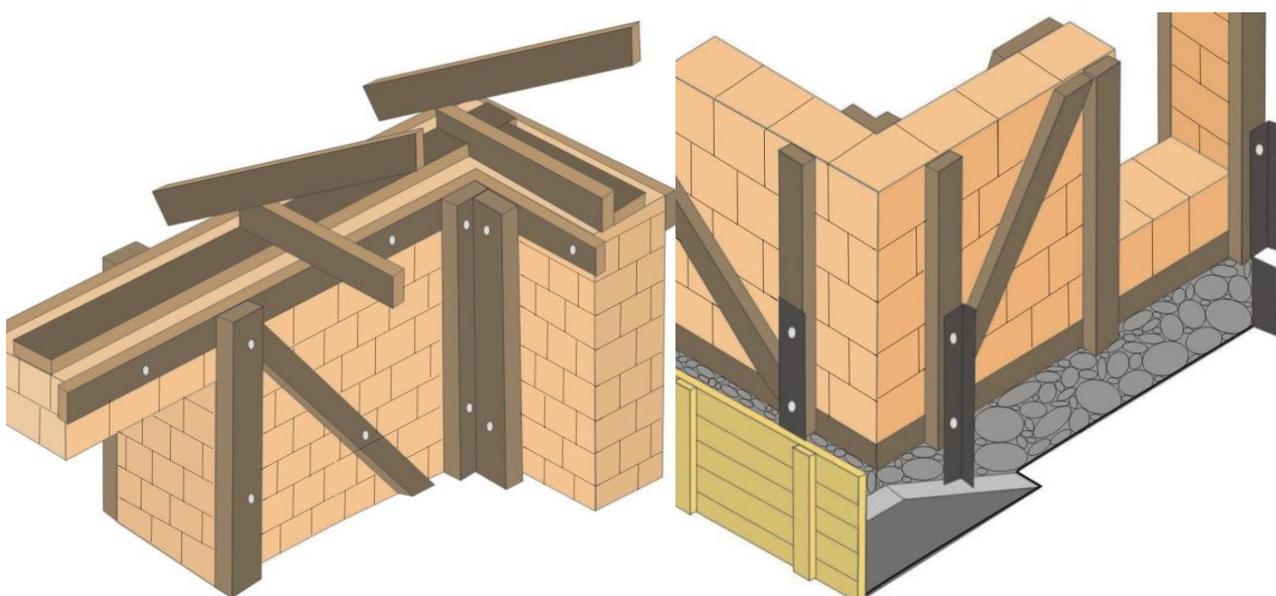


Рисунок 6.4 - Порядок выполнения работ по усилению дома из глинистых материалов.

Последовательность работ:

- 1) вскрываются конструкции пола и потолка в местах установки элементов каркаса.
- 2) выполняется заготовка всех элементов каркаса: стойки, обвязка, раскосы, болты и др.;
- 3) производится штробирование в стенах под элементы каркаса усиления (удаляется слой штукатурки);
- 4) пробиваются или просверливаются отверстия диаметром 12-18 мм для крепления болтов;
- 5) монтируются элементы каркасного усиления в соответствии со схемой и соединяются в узлах болтами через отверстия в стенах с жесткой затяжкой;
- 6) с помощью скоб или металлических уголков обеспечивается связь каркаса усиления с балками перекрытия;
- 7) устройством дополнительного фундамента по внешнему периметру существующего дома обеспечивается связь каркаса с фундаментом.

Рассмотрев все существующие виды усиления домов из местных глинистых материалов [16-18, 107, 178, 179, 196-199], мы предлагаем варианты комплексного решения вопросов сейсмостойкости и энергосбережения, а также способы усиления существующих домов из местных глинистых материалов.

6.2. Рекомендации по применению результатов проведенных экспериментальных работ

6.2.1. Процессы возведения и усиления модели здания

В качестве стенового материала в сельской местности и новостройках имеет большое распространение кирпич-сырец, пахса и саманный кирпич, изготовленный с добавлением соломы размером 0,2×0,12×0,4м и весом более 8 кг, «сокмо» и «сынч».

В данной модели здания стены возведены из глины в виде пахса – это глиняная стена, которая возводится следующим образом: подготовленное глиняное тесто с помощью лопатой и кетменем нужно отделить кусок глиняной

массы, бросить его на рассыпанный заранее соломой, хорошенько его обернуть (гуаляк), и вручную уложить по всему периметру.

Поскольку грузоподъемность виброплатформы не более 15 тонн, то были учтены размер и вес модели здания из пахсы (рисунок 6.5).

Характеристики сейсмоплатформы:

Сейсмоплатформа выполнена однокомпонентной со следующими характеристиками:

- источник питания переменное напряжение -380 В;
- мощность двигателя - 50 кВт;
- частота колебания (с защитным устройством блокировки)- 1 7,3 Гц;
- амплитуда колебаний – 0,1÷2,1 см;
- размеры ее грузовой площадки составляют: длина $\ell=4,2$ м, ширина $b=4,2$ м;
- максимальная грузоподъемность равна 15 т.



Рисунок 6.5 - Вид модели здание из глины (пахсы).

6.2.2. Результаты исследования колебаний на сейсмооплатформе

Для регистрации вынужденных колебаний модели дома использована цифровая измерительная аппаратура GioSIG с акселерометром Guralp CMG-5T, которые были установлены в двух точках: на сейсмоплатформе и уровне покрытия [196-199]. Схема установки приборов устанавливается, как показано на рисунке 5.5 в главе 5.

На рисунке 6.6. приведены записи колебаний на сейсмооплатформе, проведенных экспериментов. На рисунках 6.7, 6.9, 6.11 приведены отрезки записей виброколебаний, на рисунках 6.8, 6.10, 6.12 соответственно - амплитудно-частотные спектры. На рисунке 6.13 показан график интенсивности виброколебаний.

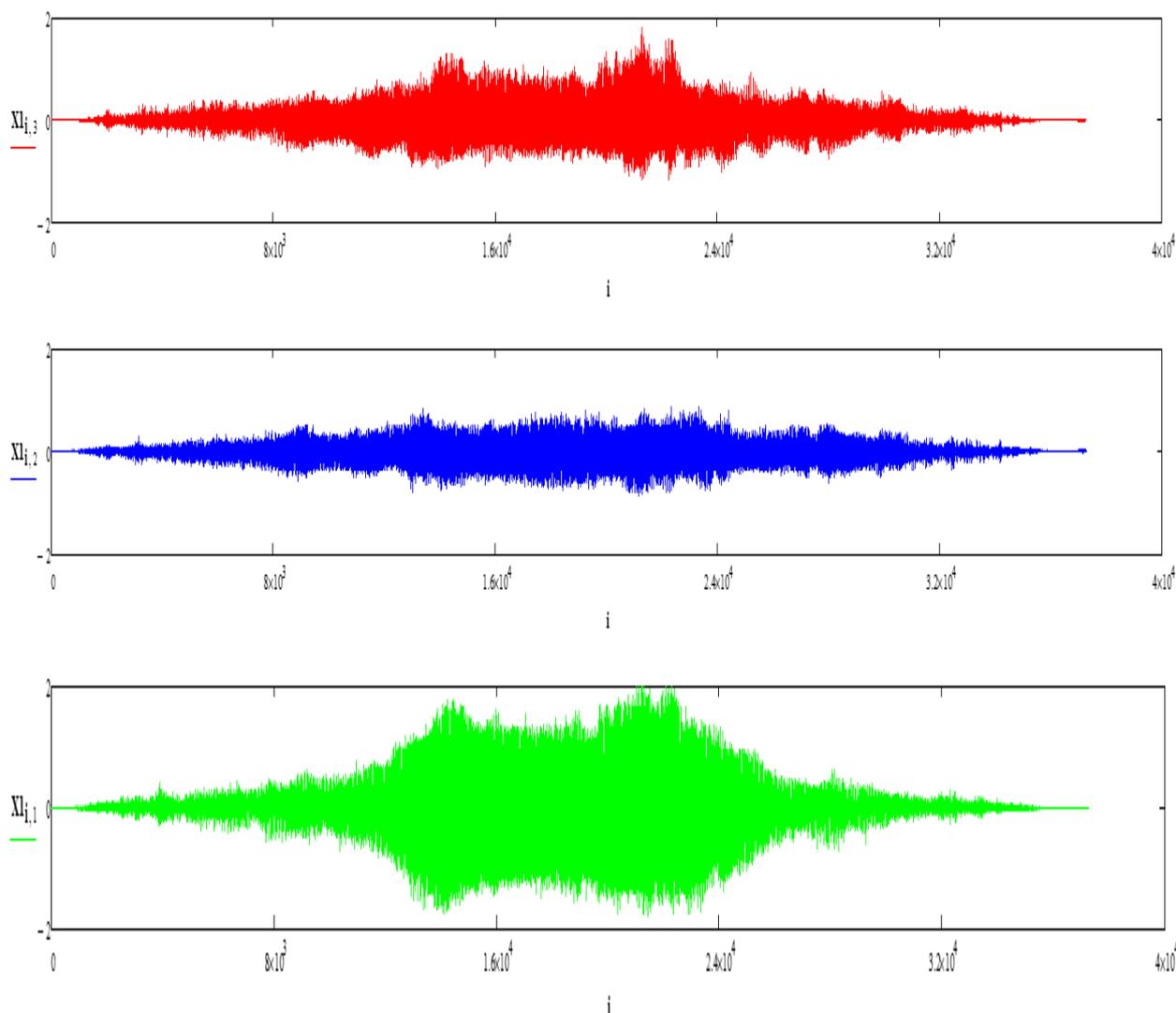


Рисунок 6.6 - Запись колебаний сейсмоплатформы 31.01.2014г

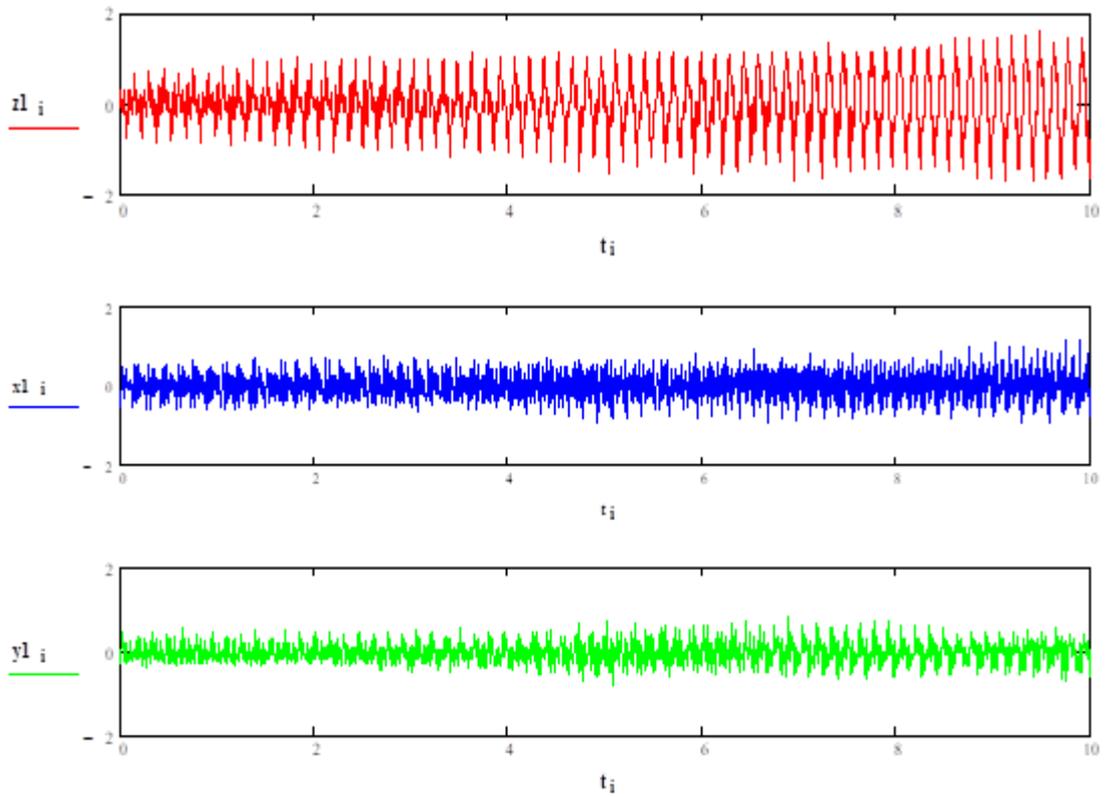


Рисунок 6.7 - Отрезок записи 12000-14000

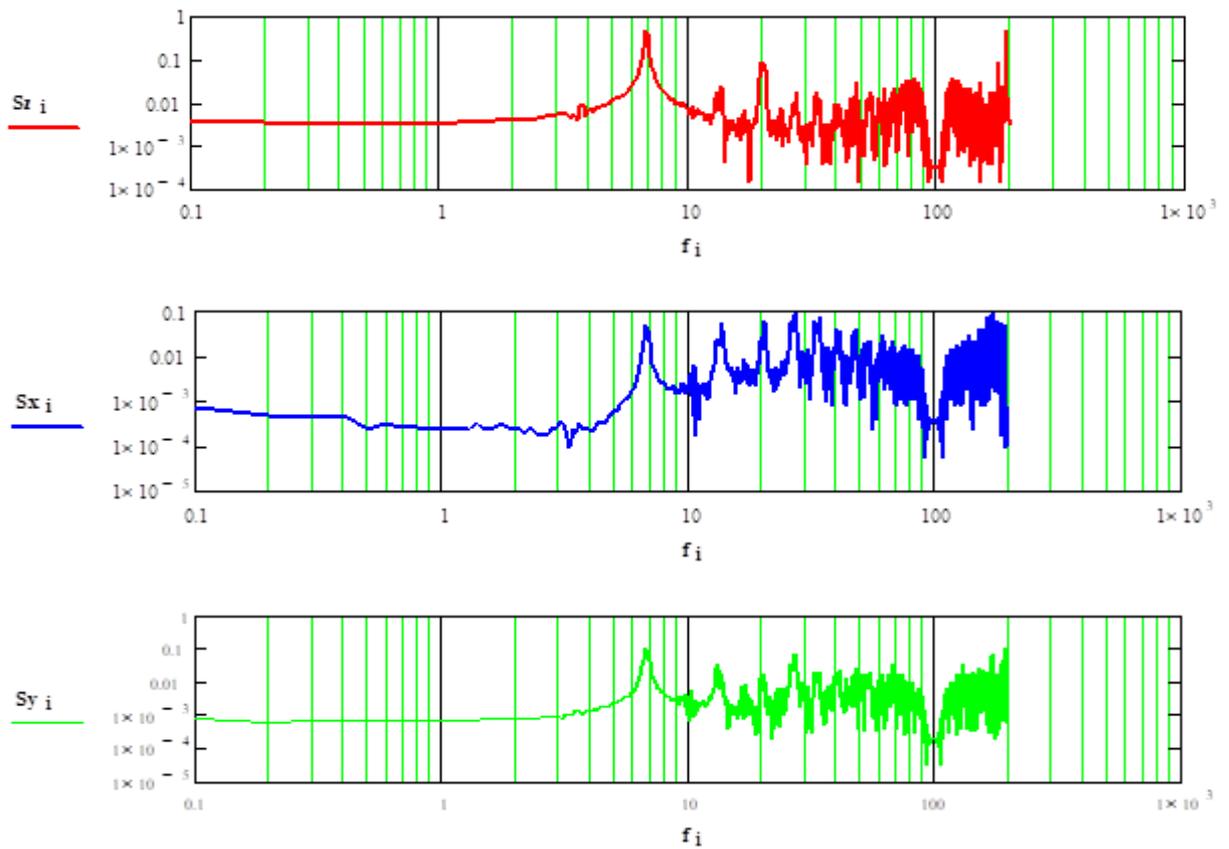


Рисунок 6.8 - Амплитудно-частотный спектр отрезка записи 12000-14000

Значения преобладающих частот: $f=3,58$; $f=6,79$; $f=6,86$.

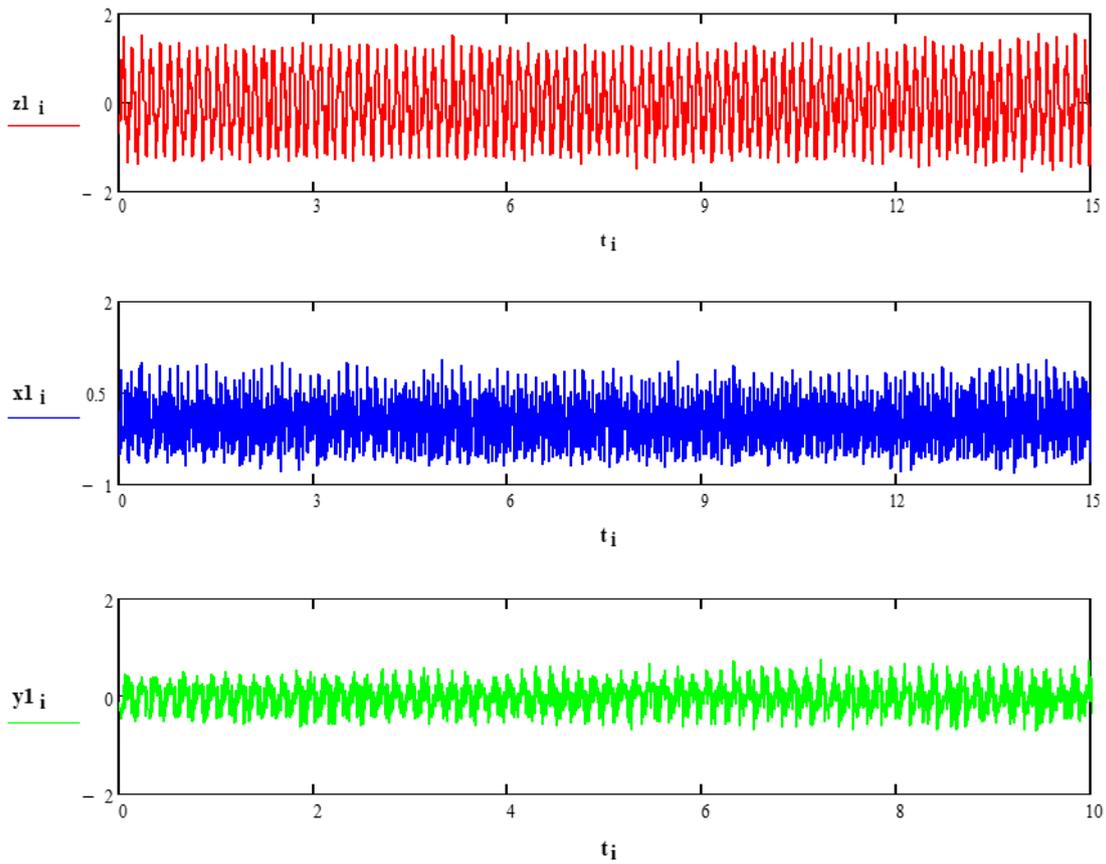


Рисунок 6.9 - Отрезок записи 16000-19000.

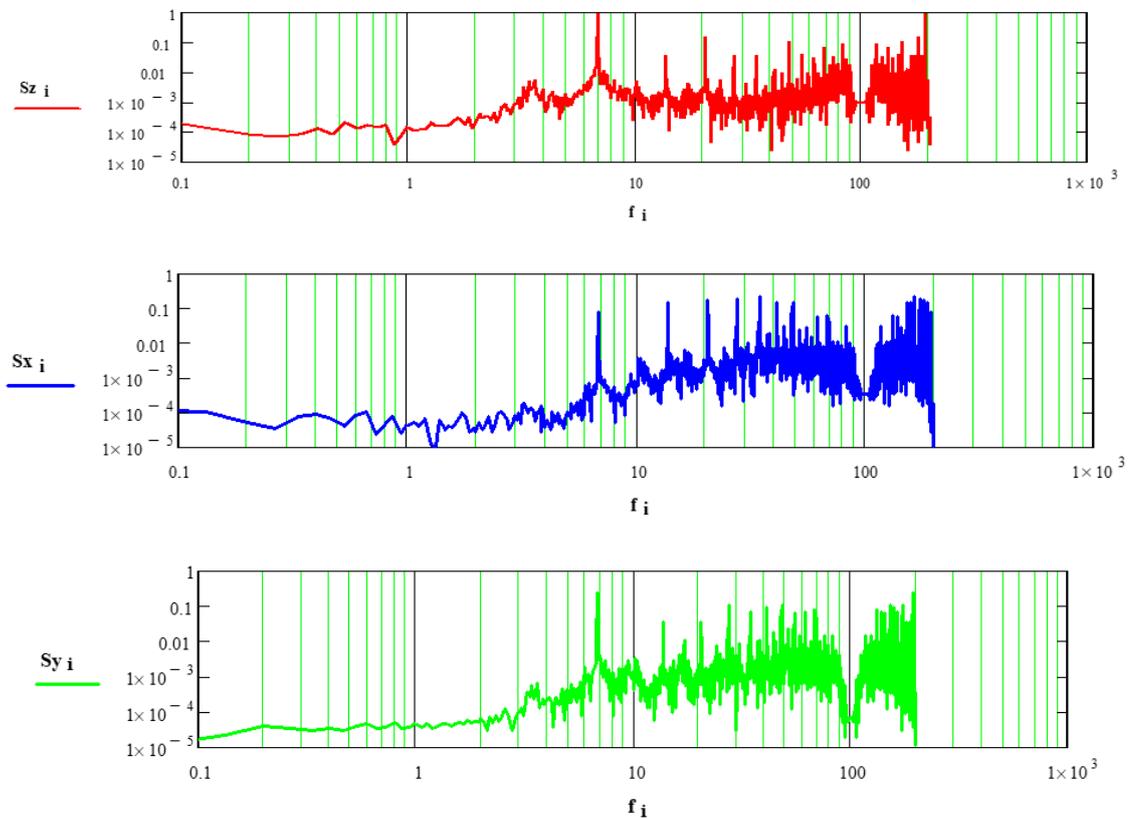


Рисунок 6.10 - Амплитудно-частотный спектр отрезка 16000-19000

Значения преобладающих частот: $f=10,195$; $f=10,195$; $f=10,195$.

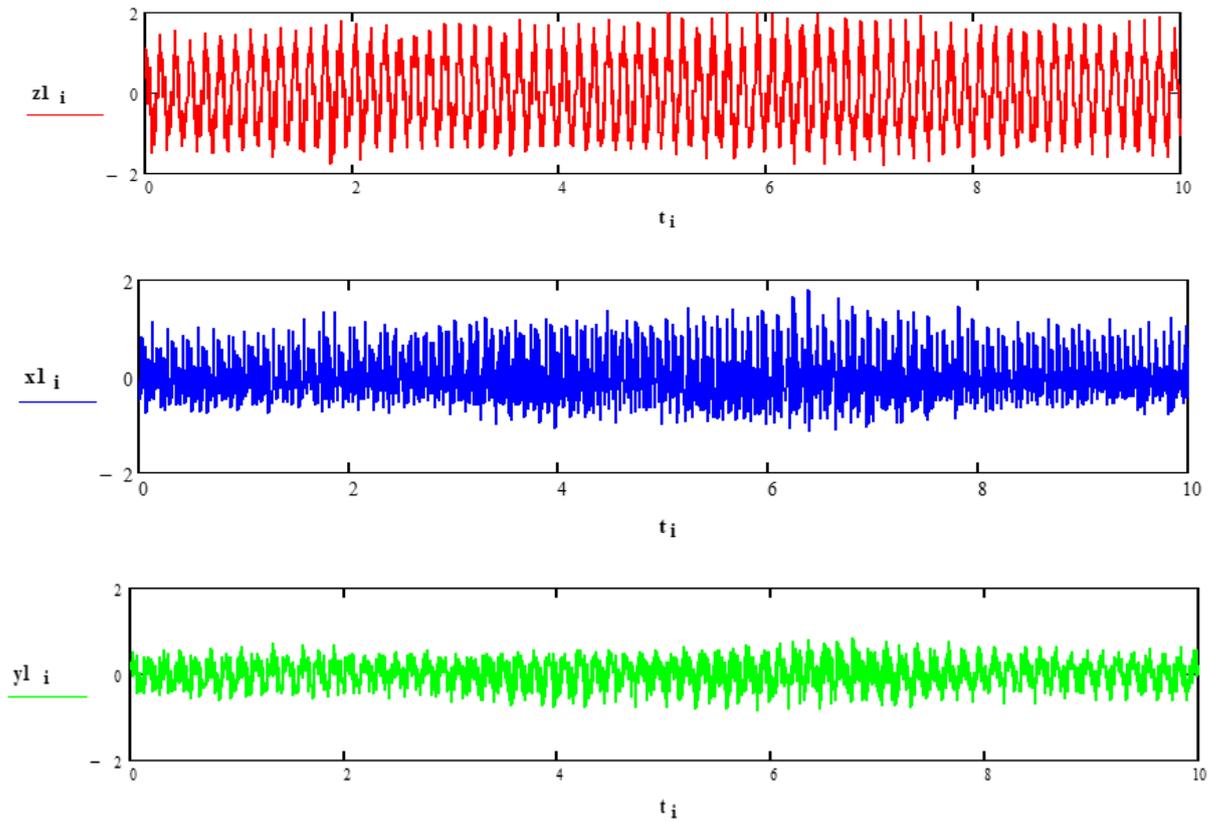


Рисунок 6.11 - Отрезок записи 20000-22000

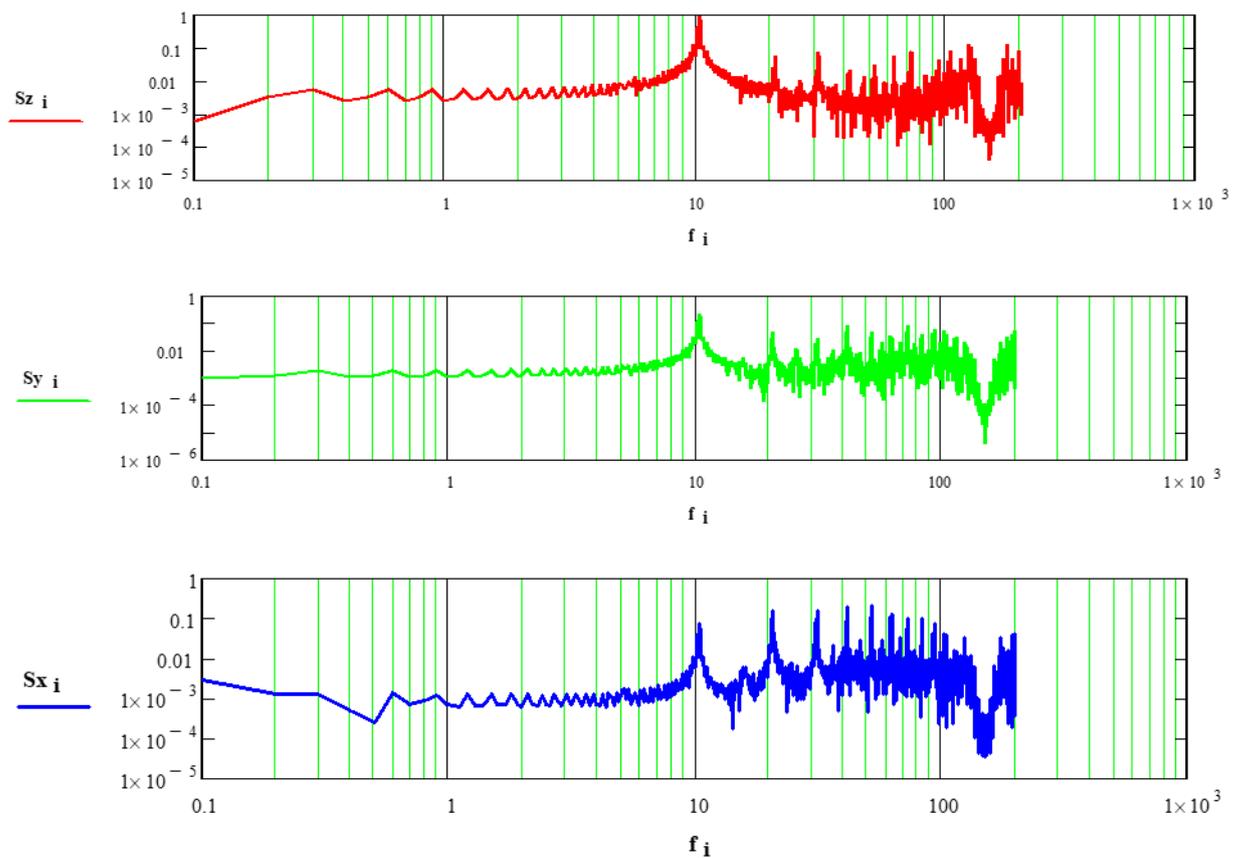


Рисунок 6.12 - Амплитудно-частотный спектр отрезка 20000-22000

Значения преобладающих частот: $f=6,79$; $f=6,79$; $f=6,79$.

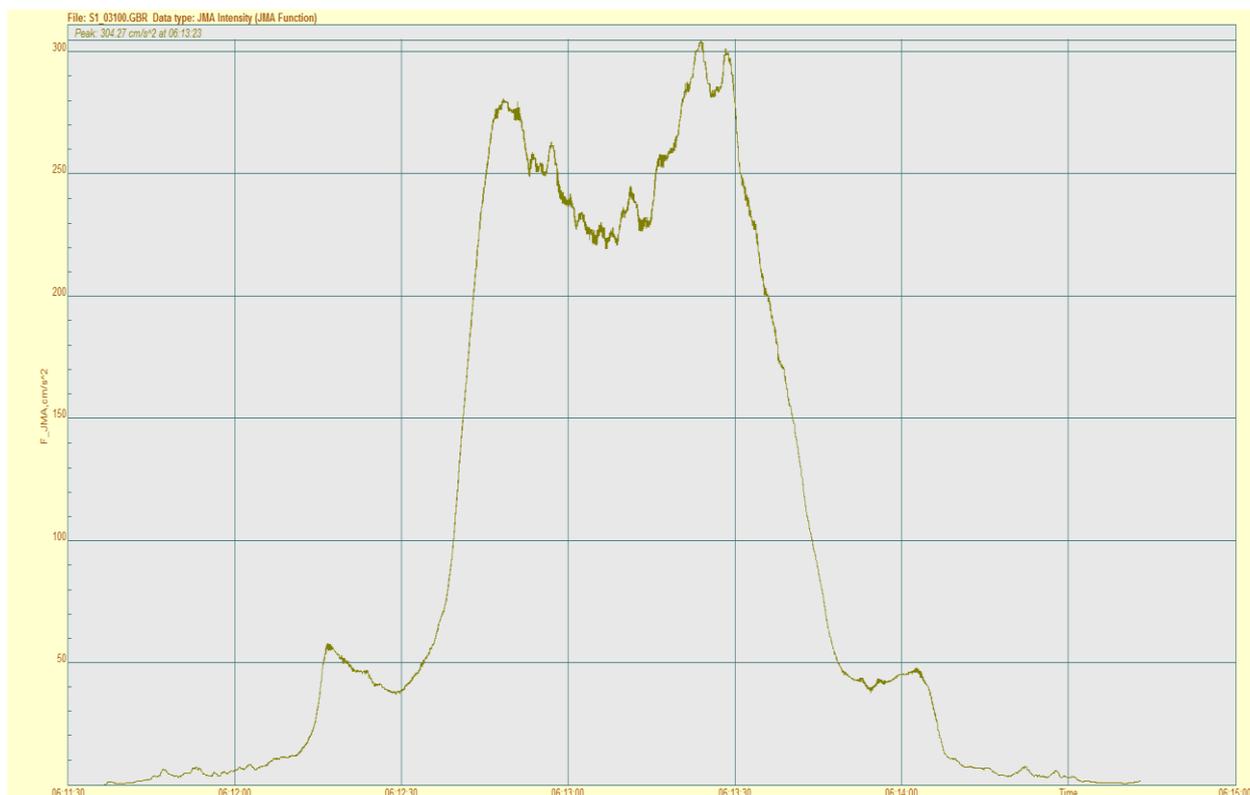


Рисунок 6.13 - График интенсивности колебаний, выраженные в ускорениях. В соответствии со шкалой MSK-64 интенсивность колебаний - 9 баллов, EMS-92 – 8 баллов

По результатам эксперимента выявлено, что интенсивность виброколебаний выраженные в ускорениях равна 9 баллам по шкале MSK-64 и 8 баллам в соответствии с EMS-92. Здание такого типа не подверглось разрушению [5, 25, 82, 83, 124, 179, 183, 191, 193, 199].

По итогам исследований, в очередной раз убеждаемся в том, что дома, построенные без достаточного знания и соблюдения технологии строительства жилых строений, из глины в различном виде (сокмо, необожженный кирпич и пахса), не устойчивы к землетрясению.

Следует заметить, что поскольку сейсмоплатформа является искусственным источником вынужденных колебаний, то предполагает наличие определенных ограничений, т.е. ускорение колебаний виброплатформы находится в обратной зависимости от массы испытываемой модели: чем меньше нагрузка на сейсмоплатформу, тем больше создаваемые ею величины ускорений и смещений (рис. 6.14) [124].

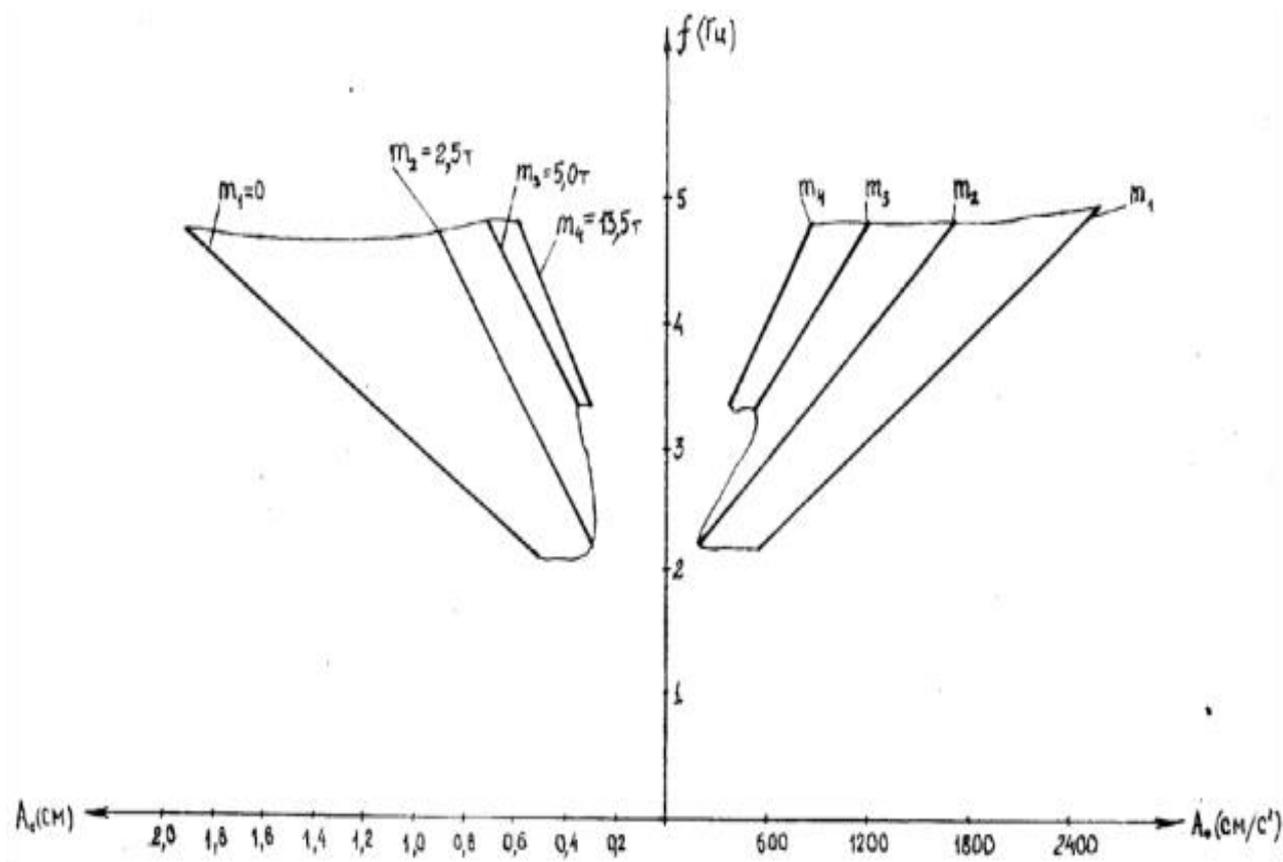


Рисунок 6.14 - Зависимость частот и амплитуд колебаний сейсмоплатформы от массы модели

Кроме того, колебания сейсмоплатформы имеют строго горизонтальную направленность, тогда как реальные сейсмические колебания имеют разнонаправленный характер в среде [124].

6.2.3. Рекомендации по практическому применению результатов исследований

Рекомендованные методы усиления позволяют строителям определиться и выбрать вид усиления исходя из особенностей сооружаемой конструкции.

Изучив существующие методы усиления и утепления нами предлагается совместить высокую эффективность применения деревянных каркасов из брусков и досок, устанавливаемых с двух сторон стен и соединяемых между собой при помощи накладок и металлических болтов. В наружной части стен после установки деревянных каркасов между стойками и раскосами в качестве утеплителя использовали пенопласт толщиной 50 мм (рисунок 6.15).



Рисунок 6.15 - Общий вид заполнения каркаса между стойками и раскосами с пенопластом

Так как, на пенопласт простая штукатурка не клеится, надо использовать специальные сетки и клеи. После наружного штукатурного слоя рекомендуется все наружные стены усиливать вертикальными арматурными сетками с ячейками 150x150 мм из проволоки Вр-I диаметром не менее 4 мм, в слое цементно-песчаного раствора (рисунок 6.16).



Рисунок 6.16 - Установка вертикальных сеток снаружи с оставлением зазора 15-20 мм и штукатурка цементно-песчаным раствором.

Однако для достижения достаточного сцепления между поверхностью стены из глиноматериала и слоем цементно-песчаного раствора как железобетонную рубашку надо оставлять зазор 20 мм (рисунок 6.17).

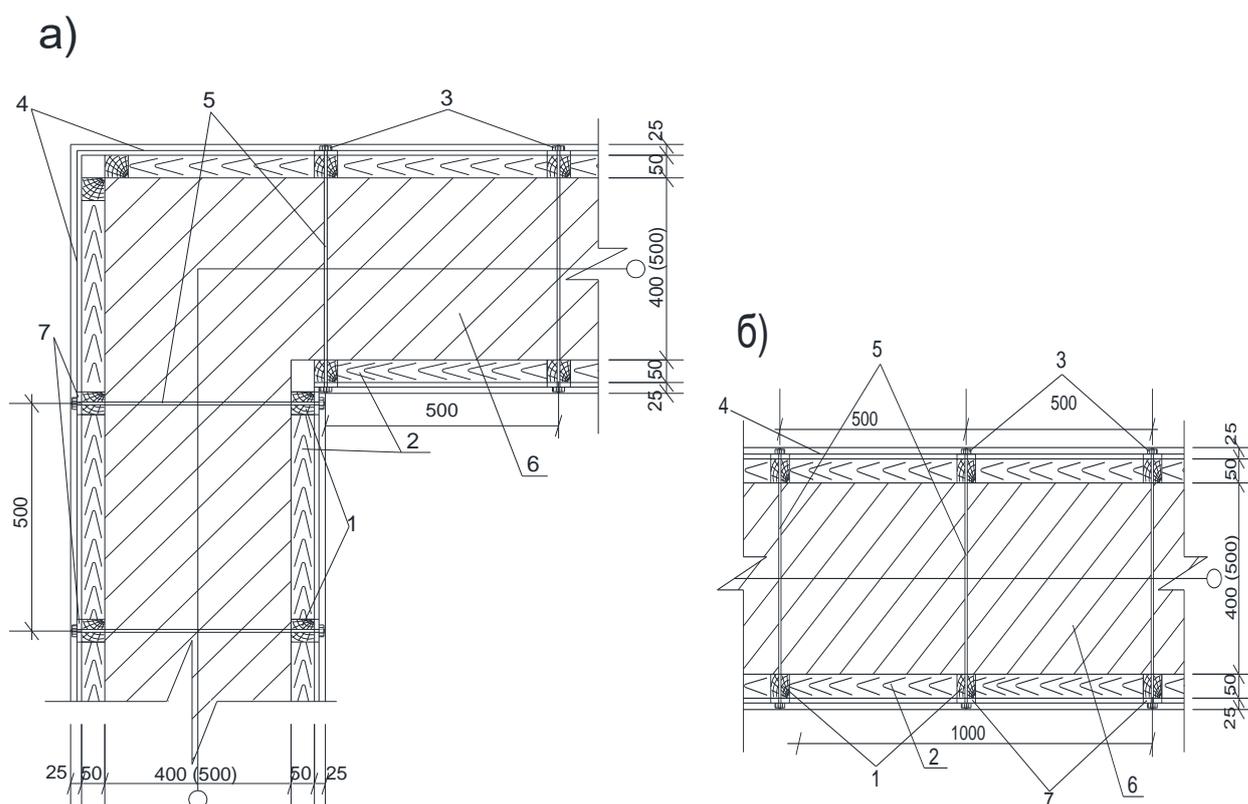


Рисунок 6.17 - Предлагаемая схема усиления глинистых стен: а) – усиление угловых стен; б) – усиление рядовых стен; 1-стойки сечением 50х50мм; 2-лежень 150х50мм; 3- гайки; 4-сетка 150X150 из проволоки Вр-1 диам. 4-5 мм; 5-металлические болты; 6-глинистая стена; 7-накладки толщиной 20мм; 8 –цементно-песчаный раствор марки М150.

Другой способ – замена цементно-песчаного раствора, глино-саманным раствором с достаточным содержанием самана, а арматурные сетки заменить сетками из местных растительных материалов, которые увеличат сцепление и исключат повреждения в виде отслоения штукатурки при землетрясениях.

6.3. Техничко-экономическая эффективность использования рекомендуемых нами методов усиления и утепления

Для сравнения технико-экономических показателей рассмотрены три варианта домов с одинаковыми объемно-планировочными решениями (на рисунке 6.18 и в таблице 6.1):

а) из обыкновенного жженого кирпича, толщина внутренних стен – 250 мм, наружных стен -380 мм, с утеплением из пенопласта толщиной 50 мм;

б) глинобитная стена из местных материалов с толщиной наружных и внутренних стен 400 мм, с утеплением из пенопласта толщиной 50 мм;

в) сынчевые дома с деревянным каркасом и заполнением из глиноматериалов с толщиной наружных и внутренних стен 350 мм, с утеплением из пенопласта толщиной 50 мм.

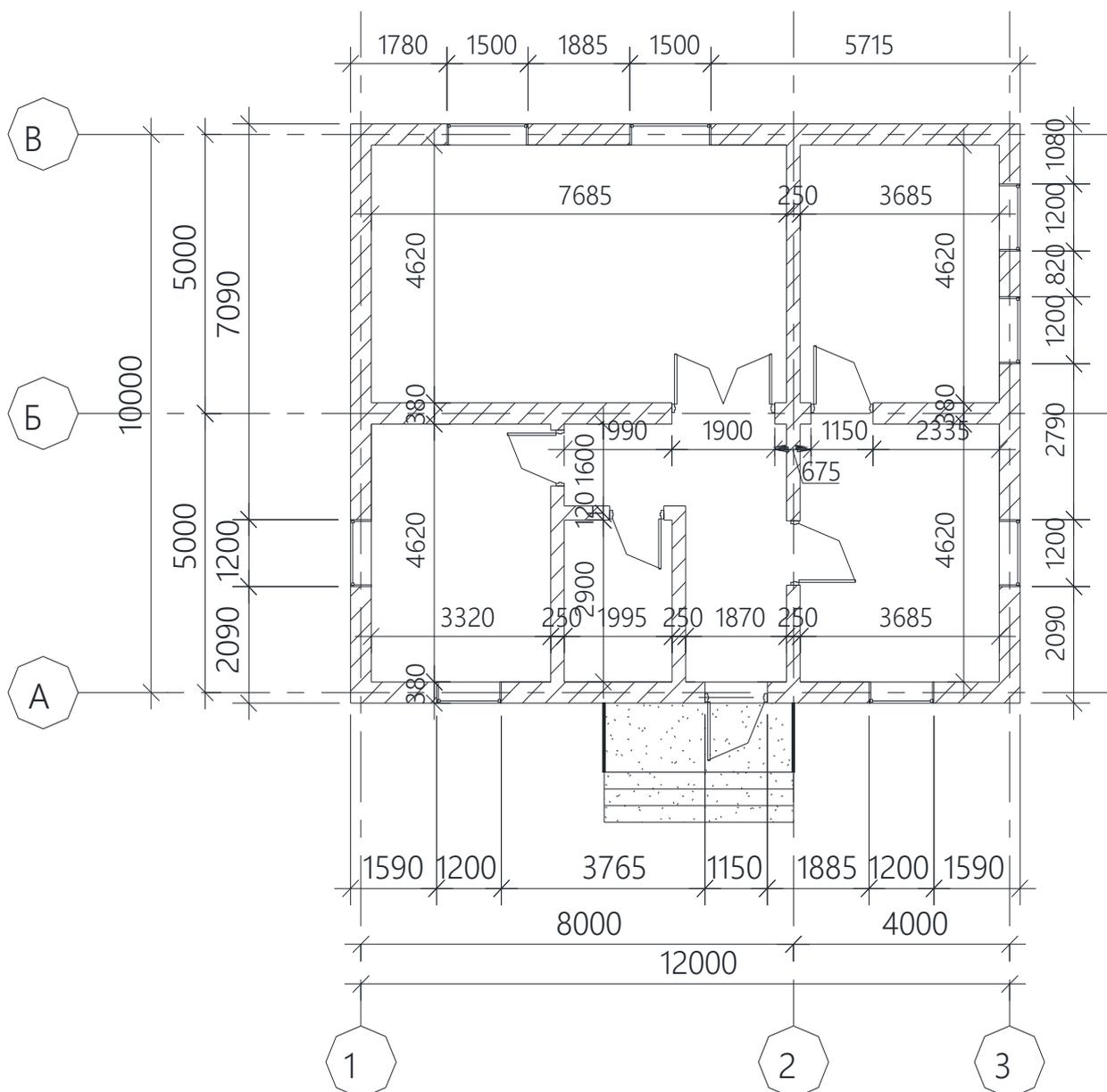


Рисунок 6.18 - Объемно-планировочные решения дома.

Глина и дерево идеально подходят и дополняют друг друга. Пребывание в глине консервирует дерево, т.е. защищает его без использования ядохимикатов. Старые строения наглядно демонстрируют, как хорошо сохранились деревянные конструкции в глиняных стенах.

В качестве сравнения, предлагаем проект плана одноэтажного жилого дома, размером 10x12м.

Таблица 6.1. - Сравнение себестоимости различных стен с учетом и без учета утеплителей и усиления

		Дома из обыкновенного кирпича	Глинобитная дома, стены из местных материалов	Сынчевые дома с деревянным каркасом и заполнением из глины
1	Без утеплителя	818 223 сом	683 352 сом	807 844 сом
2	С усилением	143 910 сом	143 910 сом	Нет необходимости
3	Утепление с пенопластом	31020 сом	31020 сом	31020 сом
Итого		993153 сом	858 282 сом	838 864 сом

При сравнении результатов не учитывались стоимости строительного участка, разработки проектов, отделки и т.д. Цифры касаются стоимости стеновых материалов, усиления и утепления дома пенопластом толщиной 50 мм.

По экономическим показателям и сейсмоустойчивости наиболее эффективными оказались дома из деревянного каркаса с заполнением из глиноматериалов, возведенные по технологии «сынч». Дома с такими несущими конструктивными системами целесообразно строить в горной местности, куда трудно доставить строительные материалы.

Заключение по главе 6

1. Изучив и проанализировав результаты теоретических методов и проведенных экспериментов по усилению и утеплению жилых зданий, предлагается выполнить следующие две равнозначные задачи:

- во-первых, при усилении домов рекомендуется устанавливать деревянные каркасы на внутреннюю и наружную поверхности стен, используя в

качестве накладок деревянные доски или фанеру, соединяя их металлическими болтами;

- во-вторых, с целью утепления снаружи, с учетом климатических особенностей, после установки деревянных рам, ячейки между стойками и раскосами заполняют различными теплоизоляционными материалами, а вертикальные сетки устанавливают снаружи с зазором 20 мм, таким образом, после оштукатуривания образуется железобетонная рубашка.

2. По результатам эксперимента интенсивность сейсмоколебаний равна 9 баллам по шкале MSK-64 и 8 баллам в соответствии с EMS-92. Выявлено, что дома усиленного типа не подвергаются разрушению.

3. Рассмотрев все существующие виды усиления и утепления домов, построенных из местных глинистых материалов, мы предлагаем варианты комплексного решения вопросов сейсмостойкости и энергосбережения, а также способы усиления существующих домов, построенные из местных глинистых материалов.

4. Из всех видов усиления конструкций наиболее приемлемым и надежным по экономическим показателям и по сейсмоустойчивости оказывается низкзатратное двустороннее усиление деревянным каркасом – типа «сынчевые». Такие типы несущих конструктивных систем целесообразно строить в горной местности, куда трудно доставить строительные материалы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные и прикладные результаты работы заключаются в следующем:

1. Разработана классификация индивидуальных жилых домов по типам несущих конструктивных систем и способам возведения здания на следующие 4 типа: а) дома со стенами, сооруженными из глинобитного “сокмо” материала или пахсы, либо из различных глиняных кусков неправильной формы; б) дома со стенами, сооруженными из кладки сырого (необожженного) кирпича или блоков правильной формы; в) дома с деревянным каркасом с заполнением из глиняных

материалов «сынчевые»); г) дома из железобетонного каркаса с заполнением из сырого кирпича или различных материалов из глины.

2. Разработана классификация повреждений и дефектов, выявлены основные причины повреждений и разрушений малоэтажных зданий, построенных из местных материалов.

3. В полевых условиях подробно изучены последствия сильных землетрясений, прошедших в разных регионах республики. Исследованы три группы объектов: жилые дома и строения в местах сильных землетрясений, социальные объекты в Баткенской области и состояние села вблизи ГЭС «Камбар-Ата-2» после взрыва. Выявлены характерные закономерности повреждения и разрушения малоэтажных домов под воздействием землетрясений различной магнитуды, частоты и амплитуды. Итоги исследования последствий произошедших сильных землетрясений показывают, что нельзя строить жилые дома и здания преимущественно из глинистых материалов, но уже существующие дома необходимо усилить.

4. Исходя из основ развития синергетики, где частицы в системах разной природы начинают участвовать в кооперативных движениях, образуя так называемые диссипативные структуры как во времени, так и в пространстве, рассмотрено во взаимодействии равновесие объекта исследования при известной функции силового воздействия. Исходя из этого, разработаны математические модели, получены зависимости, характеризующие изменения исходных данных при изменении управляющих параметров.

5. Введением параметра повреждаемости утверждается, что разрушения строительного объекта не является мгновенным актом и представляет собой процесс, подготавливаемый с самого начала эксплуатации за счет накопления несовершенств. В зависимости от характеристики объекта параметр несовершенства может принимать любые значения, для установления которого одного условия равновесия недостаточно. Поэтому представляется целесообразной разработка системы эволюционных уравнений, связывающих внешние воздействия и несовершенства с повреждаемостью.

6. Рассмотрено существование локально устойчивого равновесия при всех значениях внешнего воздействия и, следовательно, приводящего к установлению некоторого критерия, характеризующего безопасность эксплуатации строительного объекта. В случае отсутствия устойчивого состояния необходимость в подобной оценке отпадает. Для несовершенных объектов, описываемых потенциальной функцией, при достижении внешних воздействий критического показателя естественно появление динамических флуктуаций, существенно снижающих несущую способность. По существу, динамические воздействия могут привести к потере устойчивости.

7. Показано, что теоретические выкладки из области синергетики и численного моделирования на основе прикладных программ Matlab позволяют перейти от общих концептуальных положений живучести конструкций к моделированию процессов деформирования и разрушения с обеспечением не только конструктивной безопасности, но и живучести объектов. Из четырех конструктивных систем домов сделано ранжирование сейсмостойчивости для оценки по экономическим параметрам, по технологии возведения и устойчивости к землетрясениям.

8. По результатам системных исследований разработаны, изготовлены и испытаны в лабораторных условиях: модели домов 4 типов: с железобетонным каркасом, типа «сынч», со стенами, сооруженными из необожженного кирпича, блоков правильной формы, а также дома из «пахсы» и, наконец, дома сооруженные из различных грунтовых (глиняных) кусков неправильной формы. Изучены физико-механические свойства, состав исходных материалов, рекомендованы рациональные составы исходной глиняной композиции для приготовления пахсы, безобжиговых стеновых блоков из глины. Установлено, что безобжиговое изделие не уступает обжиговой, а по исходному сырью, в то же время по затратам энергии, возможности изготовления на месте и в целом по трудозатратам - вдвое ниже, чем традиционные стеновые изделия.

9. Экспериментальные исследования физической модели домов 4 типов показали, что их основные параметры - повреждаемости, с незначительными

отклонениями соответствуют расчетным значениям. Это свидетельствует о корректности разработанных методов определения параметров повреждаемости, математические модели удовлетворительно описывают поведение натуральных моделей, что позволяет рассматривать их как средство для создания реальных систем.

10. Изучив существующие методы усиления и утепления, и основываясь на результатах проведенных нами экспериментальных работ, установлено, что для нашей страны с учетом высокой сейсмической активности, природных и техногенных катастроф, из всех видов усиления конструкций из местных глинистых материалов наиболее приемлемым и надежным по экономическим показателям и по сейсмоустойчивости оказывается низкочувствительное двустороннее усиление деревянным каркасом – типа «сынчевые».

11. Совокупность научных положений диссертации представляет собой законченный комплекс исследований в новой актуальной области, включающий в основе приготовления глиносодержащих композиций влажностью менее 14 %, имеющее большое значение для возведения стеновых конструкций.

Список использованных источников

1. Абдрахматов, К.Е. Землетрясение Нура 5 октября 2008 г. с $KP=15.4$, $M_w=6.7$, $I_0=8$ (Кыргызстан) [Текст] / К.Е.Абдрахматов, М.Омуралиев, Ч.Ормуков // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014, – с. 408–416.

2. Абдыбалиев, М.К. Результаты сейсмической реакции зданий на скользящих опорах. [Текст] / М.К.Абдыбалиев // Республиканская научно-практическая конференция. Влияние региональных природно-климатических факторов на организационные и технико-экономические особенности строительства и Киргизской ССР. Тезисы докладов. 1989.

3. Адигамов, Н.С. Процессы необратимого деформирования и резервы прочности материалов. [Текст] / Н.С.Адигамов // Диссертация ... доктора физико-математических наук: 01.02.04, -Бишкек, 2004.

4. Алабушев, Л.М. Теория подобия и размерностей. [Текст] / Л.М.Алабушев и др.// Моделирование. М.: Высшая школа, 1968. -208 с.
5. Анализ результатов серии экспериментов малоэтажных зданий, проведенных на сейсмоплатформе КГУСТА им. Н. Исанова [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Ж.Ш.Кожобаев, Б.С.Матозимов, Б.С.Ордобаев // Вестник 3(41) КГУСТА им. Н. Исанова. – Бишкек: 2013. – с. 219-225.
6. Анин, Б.Д. Поведение материалов в условиях сложного нагружения. [Текст] / Б.Д.Анин, В.М.Жигалкин // - Новосибирск, Из-во СО РАН. – 1999. - 342с.
7. Аппак, М.А. Автоматизированные рабочие места на основе персональных ЭВМ [Текст] / М.А.Аппак // М.: Радио и связь, 1989. – 882 с.
8. Астахов, В. И. Математическое моделирование инженерных задач в электротехнике [Текст] / В. И.Астахов // Новочеркасск: НГТУ, 1994 г. 192с.
9. Атлас Землетрясений Кыргызстана. [Текст] / З.А.Кальметьева, А.В.Миколайчук, Б.Д.Молдобеков, А.В.Мелешко, М.М.Жантаев и А.В.Зубович// -Бишкек – ЦАИИЗ – 2009.
10. Батороев, К.Б. Аналогии и модели в познании [Текст] / К.Б.Батороев // Новосибирск. Наука 1981 г. 320с.
11. Бекешова, Д.А. Конструктивные методы сейсмозащиты зданий в сельских районах Кыргызской Республики [Текст] / Д.А.Бекешова, М.М.Копобаев // Материалы международной конференции «Современные проблемы механики сплошной среды». Бишкек, 2012,-стр. 253-261.
12. Болотин, В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. [Текст] / В.В.Болотин // М.: Стройиздат, 1982. 351 с.
13. Брага, В.В. Автоматизированные информационные технологии. [Текст] / В.В.Брага, Н.Г.Бубнова, Л.А.Вдовенко // – М.: Компьютер: ЮНИТИ, 1999.
14. Веников, В.А. Теория подобия и моделирования. [Текст] / В.А.Веников //- М.: Высшая школа, 1976, -479 с.

15. Веников, В. А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики): учебник для вузов по специальности «Кибернетика электрических систем». 3-е изд. Переработанное и дополненное [Текст] / В.А.Веников, Г.В.Веников - М.: Высшая школа, 1984. -439 с.

16. Возведение индивидуальных жилых домов из местных материалов на территории Кыргызской Республики [Текст] / С.Т.Иманбеков, Г.В.Косивцов, В.Н.Ерошкин, А.Г.Грон, У.Т.Бегалиев // - Бишкек: КНИиПИС, 2002. - 40 с.

17. Вопросы обеспечения сейсмостойкости существующих жилых домов, построенных из местных материалов [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Р.А.Медербеков и др. // Вестник КГУСТА им. Н. Исанова. –Бишкек: 2013. - №3(41). -с. 214-219.

18. «Временные технические условия по проектированию и возведению гражданских и промышленных зданий из сырцового кирпича и рваного камня на территории Таджикской ССР» / Разработаны в порядке тематического плана Институтом сейсмологии Академии наук Таджикской ССР совместно с Управлением по делам архитектуры при Совете Министров Таджикской ССР. – Сталинабад: 1955. -32с.

19. Гапонов-Грехов, А.В. Нелинейные волны, структуры и бифуркации [Текст] / А.В.Гапонов-Грехов, М.И.Рабинович. - М.: Наука, 1987, - 400с.

20. Геронимус, В.Б. Нелинейное подобие и его применение к моделированию [Текст] / В.Б.Геронимус // Тр. НИИЖТ. - М.:, 1961, - Вып. 24. - с. 125-151.

21. Гилмор, Р. Прикладная теория катастроф. ч.1. [Текст] / Р.Гилмор // – М.: Мир, 1984. – 285с.

22. Гир, Дж. Зыбкая твердь. Что такое злетрясение и как к нему подготовиться [Текст] / Дж.Гир, Х.Шах // - Москва: Мир, 1988. - 220 с.

23. Годин, В.В. «Управление информационными ресурсами» [Текст] / В.В.Годин, И.К.Корнеев // - Москва: ИНФРА-М, 2000.

24. Голицын, Б.Б. Избранные труды [Текст] / Б.Б.Голицын // - М.: Изд-во АН СССР. 1960. - Т.1. - Физика. - 242 с.; - Т.2. – Сейсмология. - 490 с.

25. ГОСТ 8.417- 2002. Международная система единиц СИ. - М.: Стандартиформ, 2018.
26. Гухман, А.А. Введение в теорию подобия [Текст] / А.А.Гухман // -М.: Высшая школа, 1973. - 296 с.
27. Данные эксперимента на виброплатформе модели дома из железобетонного каркаса со стенами из глиноматериалов. [Текст] / [М.П.Камчыбеков, К.А. Егембердиева, Ы.П. Камчыбеков и др.] // Вестник Института сейсмологии НАН КР. – 2013. - №1 (1). - с.34-39.
28. Диго, С.М. Проектирование и использования баз данных [Текст] / С.М.Диго // -Москва: Финансы и статистика, 1995. – 504 с.
29. Еванс, Я. Дом из самана. Философия и практика [Текст] / Я.Еванс, М.Дж.Смит, Л.Смилей // -Киев: Ридна Земля, 2004.
30. Жер титирөөчү аймактарда жеке турак үйлөрдү куруу үчүн колдонмо [Текст] / С.Т.Иманбеков, М.М.Деглина, Г.В.Косивцови др. // - Бишкек: КыргызНИИНТИ, 1992. - 67 бет.
31. Жергиликтүү материалдар менен салынган колдонуудагы үйлөрдү жер титирөөгө каршы бекемдөөнүн жана жылуулоонун ыкмалары [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Ы.К.Сыдыков, С. К. Маматов и др. // Вестник КГУСТА им. Н. Исанова. - Бишкек: 2020. - №3(69). - с. 441-447.
32. Живоглядов, В.П. Введение в компьютерные информационные системы [Текст] / В.П.Живоглядов, А.В.Збарская // – Б.: ИИМОП КГНУ, 1998. – 130 с.
33. Жилищная Программа Кыргызской Республики "Мой дом" на 2021-2026 годы постановления Кабинета Министров КР от 14 апреля 2022 года № 217, 14 марта 2023 года № 140.
34. Жуковский, Н. Е. Теоретические основы воздухоплавания [Текст] / Н.Е.Жуковский // - М.: ОНТИ, 1938. - 539 с.
35. Землетрясение в северных цепях Тянь-Шаня 22 декабря 1910 г. (4 января 1911г.) [Текст] / К.И.Богданович, И.М.Карк, Б.Я.Корольков и др. // Тр. Геол. комитета. Новая серия, вып. 89. СПб., 1914. -256с.

36. Зима, В.М. Многоуровневая защита информационно-программного обеспечения вычислительных систем: учебное пособие [Текст] / В.М.Зима, А.А.Молдовян/ - СПб.: Издательско-полиграфический центр СПбЭТУ, 1997. - 480 с.

37. Исхаков, Ш.Ш. Оценка надёжности эксплуатации зданий и сооружений по методикам возникновения риска их неработоспособных состояний [Текст] / Ш.Ш.Исхаков, Ф.Е.Ковалев, В.М.Васкевич, В.Ю.Рыжиков // Инженерно-строительный журнал. - 2012. - №7(33). - С. 76–88.

38. Камчыбеков, М. П. Исследование взаимодействия колебаний грунта и трехэтажного дома, расположенного в зоне свыше 9 баллов [Текст] / М.П.Камчыбеков, К.А.Егембердиева // Проблемы механики. – Ташкент: ФАН АН Республики Узбекистан, 2004, - №4. - с. 27-30.

39. Камчыбеков, М.П. Определение собственных периодов колебаний существующих зданий и сооружений [Текст] / М.П.Камчыбеков, К.А.Егембердиева // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений – Москва: ВНИИТПИ, 2004. - №5, - с.55-57.

40. Капустянский, С.М. Упругопластическая дилатансионная модель анизотропных сред [Текст] / С.М.Капустянский // Изв. АН СССР. Физика Земли. - 1985. - № 8. - с.50-59.

41. Капустянский, С.М. Количественная формулировка упругопластической дилатансионной модели (на примере песчаника) [Текст] / С.М.Капустянский, В.П.Николаевский // Изв. АН СССР МТТ. – 1984. - №4. - с.113-123.

42. Карпатское землетрясение 1986г. – Кишинев: изд. «Штиинца», 1990. - 334 с.

43. Карпов, В.В. Комплексный расчет элементов строительных конструкций в среде Matlab [Текст] / В.В.Карпов, Т.В.Рябикова // - Санкт-Петербург: 2009.

44. Килимник, Л.Ш. Анализ работы зданий со скользящим поясом с использованием многомассовой расчетной модели [Текст] / Л.Ш.Килимник,

Л.Л.Солдатова, Л.И.Ляхина // Строительная механика и расчет сооружений. – 1986. - №6. - с.96-73.

45. Кирпичев, М. В. Теория подобия [Текст] / М.В.Кирпичев- М.: Изд. АН СССР, 1953. - 94с.

46. Китаева, Д.А. О приложениях методов нелинейной динамики в механике материалов [Текст] / Д.А.Китаева, Ш.Т.Пазылов, Я.И.Рудаев // Вестник Пермского Государственного Технического Университета. Математическое моделирование систем и процессов. – 2007, - №15, – с. 46-70.

47. Климонтович, Н.Ю. Без формул о синергетике [Текст] / Н.Ю.Климонтович // - Минск: Вышэйшая школа, 1986.

48. Ключева, Н. В. Прикладная диссипативная теория конструктивной безопасности железобетона [Текст] / Н.В.Ключева, В.М.Бондаренко, А.В.Пискунов //Известия Орел ГТУ. Серия «строительство, транспорт». – 2009. - №1/21. - с. 8-18.

49. КМК 2.01.03-96. Строительство в сейсмических районах - Ташкент: Госкомархитекстрой РУз. 1996. - 65 с.

50. Крылов, Б.А. Применение грунтоцементобетона в сельском строительстве. Обзор [Текст] / Б.А.Крылов, Ю.В.Пазюк. – Москва: ВНИИИС, 1986. – 60с.

51. Курдюмов, С.П. Синергетика - новые направления [Текст] / С.П.Курдюмов, Г.Г.Малинецкий. - М.: Знание. 1989.

52. Курулуш терминологиясы КР КЭ 10-102:2020 (Строительная терминология СП КР 10-102:2020) КР Мамакурулушу, ОсОО «ДЭМИ» // - Бишкек: 2020. - 313с.

53. Лебедев, А.Н. Моделирование в научно-технических исследованиях [Текст] / А.Н.Лебедев // -М.: Радио и связь, 1989. - 224с.

54. Леонов, М.Я. Механика деформаций и разрушения [Текст] / М.Я.Леонов // - Фрунзе: Илим, 1981. - 237с.

55. Леонов, М.Я. О разрушении полухрупких стержней [Текст] / М.Я.Леонов, К.Н.Русинко, В.А.Паняев // Сб. Сложная деформация твердого тела. - Фрунзе: Илим, 1969. - с.75-94.

56. Лосицкая, К.С. Определение коэффициента сочетаний нагрузок [Текст] / К.С.Лосицкая // В кн.: Исследования по строительной механике и методам расчета, М.: ЦНИИСК, 1981. - с. 129-136.

57. Малинецкий, Г.Г. Математические основы синергетики [Текст] / Г.Г.Малинецкий. – М.: КомКнига, 2005. - 312с.

58. Маматов, Ж.Ы. Жергиликтүү материалдар менен коопсуз үйлөрдү тургузуу [Текст] / Ж.Ы.Маматов // - Бишкек: Аль Салам, 2013. - 80 с.

59. Маматов, Ж.Ы. Жергиликтүү материалдар менен салынган үйлөрдү күчтөндүрүү [Текст] / Ж.Ы.Маматов // Труды I Межд. межвузовской науч.-прак. конф-ции – конкурса науч. докл. студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения», 16-17-мая 2013 г. – Бишкек: - с. 286-293.

60. Маматов, Ж.Ы. Жергиликтүү материалдардан салынган үйлөрдү бекемдөө боюнча рекомендациялар [Текст] / Ж.Ы.Маматов // «Хабитат Кыргызстан», -Б.: Аль Салам, 2014. – 68 с.

61. Маматов, Ж.Ы. Исследование дилатансии материалов с учетом разупрочнения [Текст] / Диссертация ... кандидата физико-математических наук: 01.02.04. / Ж.Ы.Маматов. - Бишкек: 2004.

62. Маматов, Ж.Ы. Исследование повреждаемости жилых зданий из местных материалов в рамках статистического подхода [Текст] / Ж.Ы.Маматов, // Вести МУИТ /// Наука и инновационные технологии, –Бишкек, 2017. - № 3(3). - с. 169-172.

63. Маматов, Ж.Ы. Коопсуз үйлөрдү тургузуу жана тургузулган үйлөрдү бекемдөөнүн ыкмалары: окуу куралы [Текст] / Ж.Ы.Маматов. – Б.: Полиграфбумресурсы, 2017. - 164б.

64. Маматов, Ж.Ы. Моделирование и экспериментальный анализ жилых зданий из местных материалов [Текст] / Ж.Ы.Маматов // Science, technology and

life-2015. Proceedings of materials the international scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary-Russia, Moscow, 24-25 December 2015, 131-143 p.

65. Маматов, Ж.Ы. Некоторые вопросы к теории повреждаемости жилых зданий из местных материалов [Текст] / Ж.Ы.Маматов // Znanstvena misel journal. – 2018. - №20. vol.1, Slovenia, – с. 42-45.

66. Маматов, Ж.Ы. Отчет, по визуальной оценке, безопасности целевых дошкольных учреждений в Баткенской области [Текст] / Ж.Ы.Маматов // Проект ЮНИСЕФ. – Бишкек: 2011. – 63 с.

67. Маматов, Ж.Ы. О влиянии направленного взрыва при строительстве ГЭС-2 «Камбар-Ата 2» на здания и сооружения, находящиеся в его окрестности [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Ж.Ш.Кожобаев и др. // Наука и новые технологии. – Бишкек: 2010. - № 3. - с. 28-34.

68. Маматов, Ж.Ы. О моделировании повреждаемости строительных объектов [Текст] / Ж.Ы.Маматов, И.В.Ненахова, Я.И.Рудаев // Вестник МАЭСС. - Бишкек: 2018. - №1(2). - с. 91-96.

69. Маматов, Ж.Ы. О необратимой деформации горных пород [Текст] / Ж.Ы.Маматов // Проблемы естественно-технических наук, информационных технологий и управления на современном этапе. – Бишкек: Издательство КГУСТА, 2003. - с. 222-232.

70. Маматов, Ж.Ы. Поведение модели особо усиленного «сынчезового» дома при испытании на сейсмоплатформе [Текст] / Ж.Ы.Маматов // МНПК, посв. 85-летнему юбилею создания «КазНИИСА» /// Вестник АО КазНИИСА - Алматы: 2016. - №11(63). - с. 25-33.

71. Маматов, Ж.Ы. Применение ПП Matlab для изучения поведения макета дома при сейсмических воздействиях [Текст] / Ж.Ы.Маматов, А.А.Тороев, Ж.Д.Кыдырова // Вестник КГУСТА им. Н. Исанова, - Бишкек: 2013. - №3(40). - с. 26-31.

72. Маматов, Ж.Ы. Процесс повреждаемости малоэтажных зданий [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Ж.Ш.Кожобаев, С.К.Маматов, Бейшеев Э.Б. // Вестник

международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству. - Бишкек: 2022. - № 1 (13). - с. 75-83.

73. Маматов, Ж.Ы. Сейсмический эффект взрыва в зоне каменно-набросной плотины Камбаратинского ГЭС-2 [Текст] / Ж.Ы.Маматов, М.М.Копобаев и др. // Известия вузов. – Бишкек: 2010. - № 3. - с. 16-20.

74. Маматов, Ж.Ы. Состояние существующих жилых зданий со скользящим поясом в фундаменте в г. Бишкек [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Ж.К.Тайлякова, Д.И.Макеев // Евразийский союз ученых (ЕСУ). - Москва: 2020. - № 5(74), часть 3. - с. 58-63.

75. Маматов, Ж.Ы. Состояние и перспективы инженерно-сейсмометрических станций Кыргызской Республики [Текст] / Ж.Ы.Маматов // Вестник КРСУ им. Б.Н. Ельцина. - 2012. - Том 12. - № 7. - с. 98-101.

76. Маматов, Ж.Ы. Сравнительный анализ процессов повреждаемости и разрушения малоэтажных зданий при землетрясении и проведении эксперимента на сейсмоплатформе КГУСТА [Текст] / Ж.Ы.Маматов // Вести МУИТ – 1/2016(1), «Наука и инновационные технологии», - Бишкек: 2016, - с. 248-252.

77. Маматов, Ж.Ы. Строительство сейсмостойких жилых домов с применением традиционных местных строительных материалов в Кыргызстане. [Текст] / Ж.Ы.Маматов, А.У.Чымыров // Международный Форум «Стихийные бедствия и безопасность строительства зданий». – Баку: 2010.

78. Маматов, Ж.Ы. Ылай материалдарынан салынган үйлөрдү күчтөндүрүү боюнча рекомендациялар [Текст] / Ж.Ы.Маматов // «Хабитат Кыргызстан», -Б.: Аль Салам, 2013. – 56 с.

79. Мамыров Э.М, Анализ квазипериодичности проявления слабых и сильных землетрясений Тянь-Шаня [Текст] / Э.М. Мамыров, В.А.Маханькова // Наука и новые технологии, - Бишкек, 2010, № 2. -с. 67-79.

80. Мартемьянов, А.И. Особенности проектирования и строительство сельских зданий в сейсмических районах [Текст] / А.И.Мартемьянов. - М.: 1975.

81. Мартемьянов, А.И. Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах [Текст] / А.И.Мартемьянов. – М.: Стройиздат, 1985. - 255с.
82. Медведев, С.В. Инженерная сейсмология [Текст] / С.В.Медведев. -М.: Гостройиздат, 1962. - 282с.
83. Медведев, С. В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64 [Текст] / С.В.Медведев, В.Шпонхойер, В.Карник // В кн. Сейсмическое районирование СССР /// Под ред. С. В. Медведева. - М.: Наука, 1968. - 162с.
84. Мельников, В.В. Безопасность информации в автоматизированных системах [Текст] / В.В.Мельников // - М.: Финансы и статистика, 2003. - 367с.
85. Мкртычев, О.В. Теория надежности в проектировании строительных конструкций [Текст] / О.В.Мкртычев, В.Д.Райзер // Монография. - М.: Изд-во АСВ, 2016. – 908 с.
86. МСН 2.02-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» // Министерство строительства РФ. – 1997. - № 18-7.
87. Негматуллаев, С.Х. К рекомендациям по безопасным методам строительства в сельских районах. Поведение зданий из местных материалов при землетрясениях [Текст] / С.Х.Негматуллаев, М.Д.Джаборов, З.М.Мирбаев // - Душанбе: 2008.
88. Некоторые вопросы сейсмостойкости дошкольных учреждений на примере баткенской области [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Ж.Ш.Кожобаев, Б.С.Матозимов, Б.С.Ордобаев // Наука и новые технологии. – 2010. - № 9. - С.13-16.
89. Некоторые прикладные задачи механики горных пород / Механика горных пород. Сб. АН Кирг.ССР. – Фрунзе: Илим. - 1971. – 212с.
90. Нелинейные волны, структуры и бифуркации / Под ред. А.В.Гапонов-Грекова, М.И.Рабиновича // - Москва: Наука. - 1983. - 263с.
91. Николис, Г. Самоорганизация в неравновесных системах [Текст] / Г.Николис, И.Пригожин // пер. с англ. - М.: 1979. - 512с.

92. Ногид, А.М. Теория подобия и размерностей [Текст] / А.М.Ногид. – М.: Судпромгиз, 1959. - 98с.

93. Общие закономерности динамической устойчивости сооружения в эпицентральной зоне интенсивного землетрясения [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Д.А.Бекешова, М.Ч.Апсеметов и др. // Наука и новые технологии. – Бишкек: 2010. - №4. - с. 41-44.

94. Опыт внедрения дисциплин по сейсмостойкому строительству и повышению готовности к стихийным бедствиям в КГУСТА им. Н. Исанова // Сборник ЮНИСЕФ: «Примеры успешной деятельности по снижению риска бедствий в сфере образования в Центральной Азии». - 2009. - с. 24-28.

95. Основы архитектурно-строительного проектирования и сейсмостойкое строительство: учебное пособие [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Ж.Ш.Кожобаев, Б.С.Ордобаев, Б.С.Матозимов. – Бишкек: Айат, 2015. - 356с.

96. Основы теории подобия и моделирования (терминология) // - М.: Наука, 1973. - 25с.

97. Отчет о научно-исследовательской работе на тему: «Исследование колебаний зданий, построенных из местных материалов, и разработка методических рекомендаций по повышению их сейсмостойкости» / - руководитель – Ж.Ы.Маматов // МОиН КР. – Бишкек: 2013. - 79с.

98. Отчет о научно-исследовательской работе на тему: «Исследование колебаний зданий, построенных из местных материалов, и разработка методических рекомендаций по повышению их сейсмостойкости» / - руководитель – Ж.Ы.Маматов // МОиН КР. – Бишкек: 2014. - 80с.

99. Отчет о научно-исследовательской работе на тему: «Экспериментально-теоретические исследования по разработке основных узлов требующих усиления объектов школьного и дошкольного образования, построенных из местных материалов на территории КР» / руководитель – Ж.Ы.Маматов // МОиН КР. – Бишкек: 2016. - 124с.

100. Отчет о научно-исследовательской работе на тему: «Разработка конструкций и технологии строительства сейсмостойких жилых домов из

местных материалов» / руководитель – Ж.Ы.Маматов // МОиН КР. – Бишкек: 2018. - 93с.

101. Оценка перемещений зданий с сейсмоизолированным скользящим поясом [Текст] / Г.В.Давыдова, А.А.Ермошин, А.М.Уздин, А.Ю.Румянцев // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2007. №3. - с. 34-35.

102. Паняев, В.А. Экспериментальное исследование деформации серого чугуна [Текст] / В.А.Паняев // Сб. Сложная деформация твердого тела. –Фрунзе: Илим, 1969. - с.126-135.

103. Патент № 90 Кыргызской Республики. Сейсмоизолирующая опора [Текст] / Токтонасаров Ж.М., Маматов Ж.Ы., Матозимов Б.С., Андашев А. Ж. // -№ 20070016.2.

104. Патент № 91 Кыргызской Республики. Сейсмоизолирующая опора [Текст] / Токтонасаров Ж.М., Маматов Ж.Ы., Матозимов Б.С., Андашев А. Ж. // -№20070017.2

105. Патент № 92 Кыргызской Республики. Сейсмоизолирующая опора [Текст] / Токтонасаров Ж.М., Маматов Ж.Ы., Матозимов Б.С., Андашев А. Ж. // -№ 20070014.2.

106. Патент № 146, Кыргызской Республики. Стеновой блок из бетона [Текст] / Матозимов Б.С., Маматов Ж.Ы., Кожобаев Д.Ш., Ордобаев Б.С., Султаналиев К. // - № 20120015.2 от 30.09.2012г.

107. Патент № 1593, Кыргызской Республики. Модифицированный глинистый материал с пенополистролом [Текст] / Маматов Ж.Ы., Матозимов Б.С., Ордобаев Б.С., Кожобаев Ж.Ш., Шамшиев Н.У. // -№ 20120068.1 от 31.10.2013г.

108. Перельмутер, А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций:3-е издание, переработан и дополнен. [Текст] / А.В.Перельмутер. - М.: Изд-во АСВ, 2007. - 256 с.

109. Перельмутер, А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций [Текст] / А.В.Перельмутер. - Киев: Изд. УкрНИИпроектстальконструкция, 1999. - 210 с.

110. Писчиков, В.Н. Методика учета изменчивости и вероятности сочетаний ветровых, снеговых и вертикальных крановых нагрузок [Текст] / В.Н.Писчиков // Международный совет по научным исследованиям и обмену опытом в области строительства. – Киев: 1967. - с. 1-22.
111. Питлюк, Д.А. Испытание строительных конструкций на моделях. [Текст] / Д.А.Питлюк. Ленинград: Изд-во литературы по строительству, 1971. – 160с.
112. Пичугин, С.Ф. Надежность стальных конструкций производственных зданий [Текст] / С.Ф.Пичугин // -М.: Изд-во АСВ, 2011. -456 с
113. Поляков, В.С. Современные методы сейсмозащиты [Текст] / В.С.Поляков, Л.Ш.Килимник, А.В.Черкашин // – М.: Стройиздат, 1989. - 320 с.
114. Поляков, С.В. «Последствия сильных землетрясений» [Текст] / С.В.Поляков // - Москва: Стройиздат, 1978. - 312 с.
115. Пригожин, И. Порядок из хаоса [Текст] / И.Пригожин, И.Стенгерс // – М.: Прогресс, 1986. – 430с.
116. Причины повреждений и разрушений малоэтажных зданий [Текст] / Ж.Ы.Маматов, А.Адамалиева, Илимидин у А., А.Д.Дуйшенбеков // Наука и инновационные технологии МУИТ. – Бишкек: - №1(14). - с. 133-148.
117. Программа по переходу Кыргызской Республики к устойчивому развитию на 2013-2017 годы. Одобрена [постановлением](#) Правительства Кыргызской Республики от 30 апреля 2013 года № 218.
118. Проектирование зданий и сооружений в сейсмических районах / С.К.Уранова, С.Т.Иманбеков, Г.В.Косивцов и др.: Под, ред. Т.О.Ормонбекова. – Бишкек, 1996. – 212с. (Справочное пособие).
119. Раззаков, С.Ж. Оценка конструкционной и сейсмической безопасности частных жилых домов, возведенных из малопрочных материалов [Текст]: Диссертация ... доктора технических наук: 05.09.01 / С.Ж.Раззаков – Ташкент: 2017. - 248 с.

120. Райзер, В.Д. Оценка риска при проектировании сооружений [Текст] / В.Д.Райзер // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2007. - с. 15-18.

121. Райзер, В.Д. Теория надежности сооружений [Текст] / В.Д.Райзер // - М.: Изд-во АСВ, 2010. - 384 с.

122. Рашидов, Т.Р. Основные результаты исследований по программе «Оценка технического состояния объектов частной жилой застройки ферганской долины и разработка рекомендаций по обеспечению и повышению их сейсмостойкости [Текст] / Т.Р.Рашидов, В.А.Кондратьев, Н.А.Нишонов // Вестник КГУСТА им. Н. Исанова. – Бишкек: 2016. - №1(51). - с. 270-275.

123. Рашидов, Т.Р. Результаты оценки степени сейсмической повреждаемости объектов частной жилой застройки [Текст] / Т.Р.Рашидов, Ж.Ы.Маматов // Евразийский союз ученых (ЕСУ). – 2019. - №6(63), часть 1. - с. 33-37.

124. Результаты экспериментального исследования на сеймоплатформе моделей домов из кирпича-сырца, «сынча» и «сокмо» [Текст] / Ж.Ы.Маматов, М.П.Камчыбеков, В.И.Куликов, К.А.Егембердиева и др. // Вестник КГУСТА. – 2012. - №3(37). - С.57-66.

125. Рекомендации по усилению существующих жилых домов, построенных из местных материалов. [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Ж.Ш.Кожобаев, Ы.К.Сыдыков, С.К.Маматов // Труды II Межд. межвуз. НПК – МУИТ. – 2014. - № 2(5). - с. 210- 215.

126. Рекомендации по проектированию зданий с сейсмоизолирующим скользящим поясом и динамическими гасителями колебаний. – М.: ЦНИИСК им. Кучеренко, НИИОСП им. Герсенова, 1984. - 55с.

127. Рекомендации по проектированию, строительству и усилению жилых домов из саманно-сырцовой кладки в сейсмических районах Республики Казахстан / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства индустрии и торговли РК, КазНИИССА. – Алматы: 2008.

128. Рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцово́й кладки в сейсмических районах КР: учебное пособие [Текст] / Б.С.Ордобаев, Ж.Ы.Маматов, К.И.Кенжетаев и др. – Бишкек: Айат, 2011. - 48 с.

129. Республиканская программа «Сейсмическая безопасность на 2003-2010 годы». Утверждена [постановлением](#) Правительства Кыргызской Республики от 4 ноября 2002 года №737.

130. Республиканская программа «Сейсмическая безопасность на 2012-2019 годы». Утверждена [постановлением](#) Правительства Кыргызской Республики от 29 августа 2011 года № 523.

131. Ржаницын, А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность [Текст] / А.Р.Ржаницын // -М.: Стройиздат, 1978. 239 с.

132. Рудаев, Я.И. Моделирование деформационного поведения горных пород [Текст] / Я.И.Рудаев, Д.А.Китаева, М.А.Мамадалиева // Записки горного института. - 2016. – с.816-822.

133. Рудаев, Я.И. Элементы нелинейной динамики в механике материалов и конструкций [Текст] / Я.И.Рудаев // Вестник КРСУ. – Бишкек: 2017. - т.17. - №1. - с. 42-51.

134. Рузиев, Д.Р. Глина как строительный материал [Текст] / Д.Р.Рузиев. – Душанбе: 2007. - 75 с.

135. Рычков, Б.А. Определение предела прочности на растяжение для горных пород по экспериментальным данным трехосного сжатия [Текст] / Б.А.Рычков, Ж.Ы.Маматов, Е.И.Кондратьева // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых Сибирского отд. РАН. – Новосибирск: 2009. - №3. -с. 40-45.

136. Рычков, Б.А. Условие текучести, дилатансия и разрушения горных пород [Текст] / Б.А.Рычков // ФТПРПИ. - 2001. - №1, - с.63-70.

137. Рычков, Б.А. О деформационном упрочнении чугуна при пропорциональном и сложном нагружении [Текст] / Б.А.Рычков,

И.В.Гончарова, А.В.Волков // Вестник ПНИПУ. – Механика. – 2016. - №1. с.113-127.

138. Сделать более безопасным дом из глинистых материалов - в ваших руках! [Текст] / С.Т.Иманбеков, К.С.Кенжетаев, У.Т.Бегалиев и др. - Бишкек: КНИИПСС, 2009.

139. Седов, Л.Н. Методы подобия и размерности в механике [Текст] / Л.Н.Седов // -М.: Наука, 1981. - 448с.

140. Сейсмичность Узбекистана [Текст] / Е.М.Бутовская, А.М.Коньков, И.Л.Нерсесов и др. // вып. 1, 1961, Изд. АН Уз. Ферганская Долина.

141. Сильные землетрясения Тянь-Шаня в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов стран Центральной Азии [Текст] / К.Джанузаков, М.Омуралиев, А.Омуралиева и др. -Бишкек: Илим, 2003. - 216 с.

142. Слуцкий М., Романова Е. / www.reporter.kg.

143. СН КР 20-02:2018. Сейсмостойкое строительство // Госагентство АСиЖКХ при Правительстве КР. – Бишкек: 2018. - 131с.

144. СН КР 21-01:2018 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» // Госагентство АСиЖКХ при Правительстве КР. – Бишкек: 2018. - 121с.

145. СН КР 22-01:2018. Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки // Госагентство АСиЖКХ при Правительстве КР. – Бишкек: 2018. - 65с.

146. СН КР 31-04:2018 «Общественные здания и сооружения» // Госагентство АСиЖКХ при Правительстве КР. – Бишкек: 2018. - 55с.

147. СНиП 22-01-98 КР Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки // - Бишкек: Минархстрой Кыргызской Республики, 1998. - 25с.

148. СНиП КР 20-02:2004. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования // – Бишкек: Госкомархстрой, 2004. – 80 с.

149. СНиП КР 20-02:2009. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования // – Бишкек: Госагентство по архстрою, 2009. – 103 с.

150. СНиП КР 31–08: 2011. «Школьные здания. Нормы проектирования» // Госагентство АС при Правительстве КР. – Бишкек: 2011. - 74с.

151. СНиП КР 31-04:2001 «Общественные здания и сооружения». // Государственная комиссия при Правительстве Кыргызской Республики по архитектуре и строительству. – Бишкек: 2001. - 83с.
152. СНиП КР 31-07:2010 «Быстровозводимые здания из легких конструкций. Нормы проектирования» // Госагенство АС при Правительстве КР. – Бишкек: 2010. - 16 с.
153. СНиП КР 31-08:2013 «Школьные здания. Нормы проектирования» // Госагенство АСиЖКХ при Правительстве КР. – Бишкек: 2013. - 67 с.
154. СНиП Н-64-80. Детские дошкольные учреждения // Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1981. - 15 с.
155. Современные методы сейсмозащиты зданий и сооружений [Текст] / Ж.Ы.Маматов, Ж.Ш. Кожобаев, Б.С. Ордобаев и др. // Вестник КГУСТА. - Бишкек: 2011. - №3(33). - с. 55-62.
156. Ставрогин, А.Н. Прочность горных и устойчивость выработок на больших глубинах [Текст] / А.Н.Ставрогин, А.Г.Протесеня // - М.: Недра, 1985. – 371с.
157. Ставрогин, А.Н. Запредельные характеристики хрупких горных пород [Текст] / А.Н.Ставрогин, Б.Г.Тарасов, Е.Д.Певзнер // ФТПРПИ. - 1981. - № 4. - С. 8-15.
158. Стандарт Республики Узбекистан РСТ Уз 836-97 «Шкала для определения интенсивности землетрясения в пределах от 6 до 10 баллов» // Введен в действие 01.01.1998 г.
159. Стратегия развития строительной отрасли Кыргызской Республики на 2020-2030 годы. Постановление Правительства Кыргызской Республики от 17 января 2020 года № 14.
160. Стрелецкий, Н.С. Основы статистического учета коэффициента запаса прочности сооружений [Текст] / Н.С.Стрелецкий. - М.: Стройиздат, 1947. - 92 с.
161. Сухов, Ю.Д. Некоторые особенности теории надежности строительных конструкций [Текст] / Ю.Д.Сухов // Строительная механика и расчет сооружений. - 1975. - №4, - с. 13-16.

162. Тимашев, С.А. Надежность больших механических систем [Текст] / С.А.Тимашев. - М.: Наука, 1982. - 184 с.
163. Федоров, Е.И. Учет напряженности линии электропередачи при выборе расчетной скорости ветра [Текст] / Е.И.Федоров // Строительная механика и расчет сооружений. - 1978. - №2, - с.7-8.
164. Ферганское землетрясение 20.07.2011 г. Краткий анализ последствий, очередные уроки и некоторые предложения [Текст] / Т.Р.Рашидов, В.А.Кондратьев, С.Ж.Раззаков и др. // Проблемы механики. –2011. - №2. - с. 3-8.
165. Философия. Энциклопедический словарь [Текст] / Под ред. А.А.Ивина. // - М.: Изд-во "Гардарики", 2004.
166. Хайтун, С.Д. Механика и необратимость [Текст] / С.Д.Хайтун. – М.: Янус, 1996. – 448с.
167. Хакен, Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам [Текст] / Г.Хакен // – М.: ЛЕНАНД, 2014. – 320с.
168. Хакен, Г. Синергетика: иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах [Текст] / Г.Хакен // - Москва: Мир, 1984. - 350с.
169. Хакимов, Ш.А. Технологические приемы антисейсмического усиления школьных зданий: пособие для строителей [Текст] / Ш.А.Хакимов // Центр регионального развития ООН. Ташкент: Госархтехстрой РУз, 2009. - 66с.
170. Хомоненко, А.Д. Средства автоматизации проектирования [Текст] / А.Д.Хомоненко // – СПб.: КОРОНА принт, 2000. – 416 с.
171. Хоциалов, Н.Ф. Запасы прочности [Текст] / Н.Ф.Хоциалов // Строительная промышленность. - 1929. - №10. - с. 840-844.
172. Христианович, С.А. Деформация упрочняющегося пластического материала [Текст] / С.А.Христианович // Изв. АН СССР, МТТ, - 1974. - №2. – с. 148-174.
173. Христианович, С.А. К вопросу идеальной пластичности [Текст] / С.А.Христианович, Е.И.Шемякин // Изв. АН СССР МТТ, 1967. - №4. - с.87-97.

174. Чилингуорт, Д. Структурная устойчивость математических моделей. Значение методов теории катастроф [Текст] / Д.Чилингуорт // В сб. ст. «Математическое моделирование». – М.: Мир, 1979. - С. 249-276.

175. Чирков, В.П. Вопросы надежности механических систем [Текст] / В.П.Чирков // - М.: Знание, 1981. - 121 с.

176. Чуднецов, В.П. Здания с сейсмоизоляционным скользящим поясом и упругими ограничителями перемещений [Текст] / В.П.Чуднецов, Л.Л.Солдатова // Экспресс-информация ВНИИИС. - Сер. 14. - Сейсмостойкое строительство. - 1979. - Вып.5. - с.1-3.

177. Шаимбетов, Дж.А. Технология возведения зданий и сооружений: учебное пособие [Текст] / Дж.А.Шаимбетов, Ж.Ы.Маматов, А.Ж.Андашев // - Бишкек: КГУСТА, 2020. - 186с.

178. Шапанов, А.Т. Проектирование и строительство зданий из глиноматериалов в сейсмических районах. [Текст] / А.Т. Шапанов, М.Н.Толегенов, Ж.Ы.Маматов // Вестник КГУСТА. - Бишкек: 2008. - №3(21) - С. 23-28.

179. Шокбаров, Е.М. Вибродинамические испытания дома из саманно-сырцовых блоков [Текст] / Е.М.Шокбаров // Материалы международной научно-технической конференции. - Ташкент: РУз., 2016. - с. 217-222.

180. Штейнбругге, К. Инженерный анализ последствий землетрясений в 1952г. в Южной Калифорнии [Текст] / К.Штейнбругге, Д.Морган. – Москва: Госиздат, 1957. - 270 с.

181. Штофф, В.А. Моделирование и философия [Текст] / В.А.Штофф // -М.: 1966. – 19 с.

182. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений: справочное пособие [Текст] / Под ред. Б.С.Касаткина. - Киев: Наукова думка, 1981. – 123 с.

183. Ясунов, П.А. Как построить безопасный дом с применением глины [Текст] / П.А.Ясунов // - Душанбе: 2008. - 28 с.

184. Adigamov N. S. Education of state allowing for loss strength of materials. [Текст] / Adigamov N. S., Rudayev Ya. J. // Journal of Mining Science. – 1999. – vol.35. - №4. – p. 353-360.
185. Ang A. H-S. Probability Concepts in Engineering Planning and Design. [Текст] / Ang A. H-S., Tang W.H. // New York: John Wiley, 1975. -368 p.
186. Augusti G. Probabilistic methods in structural engineering. [Текст] / Augusti G., Baratta A., Casciati F. // London: Chapman & Hall, 1984. -583 p.
187. Benjamin J.R. Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers. [Текст] / Benjamin J.R., Cornell C.A. // New York: McGraw-Hill, 1970. -684 p.
188. Design of Buildings to Resist Progressive Collapse (2005) United Facilities Criteria (UFC)-4-023-03, -139 p.
189. Ditlevsen O. Structural reliability methods. [Текст] / Ditlevsen O., Madsen H. // Chichester: John Wiley, 1996. -372 p.
190. Elishakoff I. Probabilistic Theory of Structures. [Текст] / Elishakoff I. // New York: Dover Publications, 1999. -502 p.
191. EN 1990:2001. Eurocode. Basis of structural design // Brussels: CEN, 2002. -89 p.
192. Freudenthal A.M. The safety of Structures [Текст] / Freudenthal A.M. // Transactions of ASCE. 1947. Vol. 112. No.1. -pp. 125–180.
193. Grunthal, G. European Macroseismic Scale 1998. [Текст] / Grunthal, G. // Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie 1998; Vol.15, -pp.1-99.
194. Madsen H.O. Methods of structural safety. [Текст] / Madsen H.O., Krenk S., Lind N.C. // Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1986. -312 p.
195. Maier Die Sicherheit der Bauwerte und ihre Berechnung nach Granzkräften anstatt nach zullassigen Spannungen. // Berlin: Springer Verlag, 1926. -76 p.
196. Mamatov Zh.Y. Modeling and Experimental Analysis of Residential Buildings from Local Materials [Текст] / Mamatov Zh. Y. // International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJIET), Volume 15 Issue 4 March, -Delhi, India. 2020г. -pp.12-18.

197. Mamatov Zh.Y. The condition of existing residential buildings with a sliding support in the foundation in the city of Bishkek / [Text]= Состояние существующих жилых домов с скользящей опорой в фундаменте в городе Бишкек / Mamatov Zh.Y., Ensebekov A., Taylyakova Z.// E3S Web of Conferences, 2023. - 410, 03027.

198. Mamatov Zh.Y. Classification of residential buildings made of local materials in the Kyrgyz Republic and the results of experiments on them / [Text]= Классификация жилых домов из местных материалов в Кыргызской Республике и результаты экспериментов на них / Mamatov Zh.Y., Sydykov Y., Mamatov S.// E3S Web of Conferences, 2023. -410, 03026.

199. Mamatov Zh.Y. Some features of the structural systems of houses built from materials / [Text]= Некоторые особенности конструктивных систем домов, построенных из материалов / Mamatov Zh.Y., Kozhobaev Z., Shamshiev N., Sydykov Y. // E3S Web of Conferences, 2023. -410, 03032.

200. Mayer Die Sicherheit der Bauwerte und ihre Berechnung nach Granzkraften statt nach zullasigen Spannungen. // Berlin: Springer Verlag, 1926. -pp. 111-126.

201. Melchers R. Structural reliability Analysis and prediction. [Текст] / Melchers R. // Chichester: Ellis Horwood Wiley, 1999. -416 p.

202. Plot M. Nor sur la nation de coefficient de securite [Текст] / Plot M. // Annals des points et chaussées. 1936. Vol. II. Fase 7.

203. Thoft-Christensen P. Structural reliability theory and its applications. [Текст] / Thoft-Christensen P., Baker M.J. // Berlin: Springer, 1982. -267 p.

204. Todinov M.T. Reliability and risk models: setting reliability requirements. [Текст] / Todinov M.T. // New York: John Wiley, 2005. -322 p.

205. Wierzbicki W. Safety of Structures as a Probability Problem. [Текст] / Wierzbicki W. // Warsaw: Przegląd Techniczny, 1936. -690 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Общее состояние конструкций и правильности эксплуатации зданий

№	Название объекта	Адрес (село, айыл окмоту и район)	Наличие проекта, этаж-ть и год постр-ки	Отмостки	Фундаменты и плиты перекрытие	Стены и кровля	Противопожарные щиты	Дефекты и повреждения
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ПК при сш Кара-Булак	с. Кара-Булак, Кара-Булак а/о, Баткенский р/н	-Нет, -1-этажное, - 2002 г ашарным методом	Нет	-Каменные на глиняном растворе, - деревянные	- Из глины, 2 разные корпуса (1- жжен кирпич, 2- сынчевые; - шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена и дымоходы под стропилами	Вывод дымохода под стропилами, не организован водосток
2	ПК при с/ш им. С.Эрматова	с. Кара-Булак, Кара-Булак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1977 г	Имеется, но в очень плохом состоян.	-Бетонные, - деревянные	- Финский щитовой, - оцинкован. лист	-Нет, -торчащие электрические провода	Отколы штукатурки
3	ПК при с/ш Чек	с. Чек Дара а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1985 г ашарным методом	Имеется, но в плохом состоян.	-бетонные, - деревянные	- Из кирпича, - шифер	Нет, Отопление контрамарка	нет
4	ПК при с/ш Жаны-Жер	с. Жаны-Жер, Дара а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 2004 г ашарный метод	Имеется	-Каменные на глиняном растворе, - деревянные	- Из глины «Кош сынч», - шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена	Буржуйка (печка), не организован водосток
5	Д/с Ак-Тилек	с. Жаны-Жер, Дара а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1982 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	-Из кирпича, - оцинкован. лист	-Нет, -буржуйка не ограждена	Буржуйка, не организован водосток
6	Д/с Ак-Жолтой	с. Бужум, Кара-Бак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, 1978 г	Имеется, очень старая	-бетонные, - деревянные	- Финский щитовой, - Шифер	Провода оголенные в распред. коробке	Полы в очень плохом сост., протекает вода с крыши

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Д/с Келечек	с. Чон-Талаа, Торт-Гул а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное 1972 г	Имеется	-бетонные, - деревянные	- Из кирпича, - шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена	Биологические разрушения (гниение) несущих балок
8	ПК при с/ш им. Б. Байназарова	с. Кара-Бак, Кара-Бак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -1970 г	Имеется	-бетонные, - деревянные	-Из кирпича, - оцинкован. лист	-Нет, -буржуйка не ограждена	Вода поднимается за счет в/х «Торт Гул», сырость
9	Д/с Наристе при школьной территории	с. Кара-Бак, Кара-Бак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -1970-72 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича, - шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена	шифер дефектный протекает вода, не организован водосток
10	Д/с Барчын	с. Кызыл-Бел, Кара-Бак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1976-78 г	Имеется, но очень плохом сост-нии	-бетонные, - деревянные	- Финский щитовой, - Шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена и дымоходы под стропилами	С крыши протекает вода, торчащие электрические провода
11	Д/с Жаны- Бак	с. Жаны-Бак Самаркандек ао Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -1985 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	-Из кирпича, - оцинкованного листа	-Нет, отопление электр-кое	нет
12	Д/с Нур	с. Самаркандек, Самаркандек ао Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -1975г	Имеется	-бетонные, - деревянные	- Финский щитовой, - Шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена, торчащие элек. провода	Расслоение штукатурки, не организован водосток
13	ПК при с/ш им. М. Салихова	с. Самаркандек, Самаркандек ао Баткенский р/н	- Нет, -2-этажное, -1992 г	Имеется, в плохом сост-нии	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	-Нет	нет

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Д/с Едельвейс	с. Ак-Сай, Ак-Сай а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, 1988-89 г	Имеется, в плохом сост-нии	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена, торчащие элек. провода	Отколы штукатурки, не организован водосток, питьевая вода речная
15	ПК при с/ш им. Б. Ходжаева	с. Ак-Сай, Ак-Сай а/о, Баткенский р/н	- Нет, - 2-этажное с подвалом, -1989 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	-Нет	Нет, питьевая вода речная
16	ПК при с/ш им. Т. Садыкова	с. Актатыр, Актатыр а/о, Баткенский р/н	- Нет, -3-этажное 1986 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- каркасные с кирпичным заполнением, -Шифер	нет	нет
17	Д/с Наристе	с. Актатыр, Актатыр а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное - 1970 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена	достроили несколько комнат
18	Д/с Байчечекей	с. Рават, Актатыр а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1984 г	Нет	-Каменные на глиняном растворе, - деревянные	- Из глины «Кош сынч», - шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена	Вывод дымохода под стропилами, не организован водосток
19	ПК при с/ш Рават	с. Рават, Актатыр а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -2000 г ашарным методом	Имеется в плохом сост-нии	-Каменные на глиняном растворе, - деревянные	- Из глины «Кош сынч», - шифер	нет	Отопление электрическое

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	ПК при с/ш им. Ш. Ханы	с. Кок-Таш, Ак-Сай а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 2004 г Ашарным методом	Нет	-Каменные на глиняном растворе, - деревянные	- Из глины «Кош сынч», - шифер,	-Нет, -буржуйка не ограждена, торчащие электрические провода	Дефекты на крыше, часть неоштук-но, дымоходы не выведена с крыш, не организован водосток
21	Д/с Ак-Жолтой при с/ш Кара-Булак	с. Кара-Булак, Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное 1991 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена, - водопровод и канализация имеется	нет
22	ПК при с/ш Кара-Булак	с. Кара-Булак , Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное 1991 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	-Нет, -буржуйка не ограждена, -	нет
23	ПК при с/ш «Маданият»	с. Ай-Бике, Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное с подвалом, 1991 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	-Нет, -отопление электрические	Нет
24	ПК пр с/ш Тогуз-Булак	с. Тогуз-Булак, Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, очень старая	Нет	-Каменные на глиняном растворе, - деревянные	- Из глины «Кош сынч», - шифер	-Нет, -отопление, контрамарка	Очень старое здание
25	Д/с Ай-Кол	с. Ай-Кол, Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, 1985 г	Имеется	-бетонные, - часть ж/б плиты, а часть деревянные	- Из кирпича - Шифер	Нет, -буржуйка не ограждена	Половина ж/б плита, а часть деревянные

1	2	3	4	5	6	7	8	9
26	ПК при с/ш им. К. Казыева	с. Голбо, г. Исфана, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, - 2004 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	Нет, -встроенная печь	Нет
27	ПК при с/ш им. Т. Жапарова	с. Чымген, г. Исфана, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное с подвалом, - 1990 г	Имеется, но в плохом сост-нии	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	Нет	Сырость в подвале
28	ПК при с/ш им. Б. Набиева	с. Арка-2, Жаны-Жер а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 2-этажное с подвалом, - 1991 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- каркасные ж/б с кирпичным заполнением, -Шифер	Нет	Нет
29	Д/с Умут	с. Интернац-ал Кулунду а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное с подвалом, - 1986г.	Имеется, но в плохом сост-нии	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	Нет, -буржуйка не ограждена	Нет
30	Д/с Бучур	с. Ак-Арык, Кулунду а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, -1965 г	Имеется, но в плохом сост-нии	-Каменные на глиняном растворе, - деревянные	- Из глины «Кош сынч», - шифер,	Нет, -буржуйка не ограждена, питьевая вода арычная	Не организован водосток, питьевая вода арычная.
31	Д/с Тынчтык	с. Ак-Суу, Ак-Суу а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, - 1980 г	Имеется, но в плохом сост-нии	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	Нет, -буржуйка не ограждена	Бывший д/с , не организован водосток
32	Д/с Айгул	с. Катран, Катран а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, -1988 г	Нет	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	Нет, -буржуйка не ограждена	Остекление одинарное, не организован водосток и с крыши протекает

1	2	3	4	5	6	7	8	9
33	Д/с Лейлек	с. Коргон, Лейлек а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное 1982 г	Имеется	-бетонные, - ж/б плиты	- Из кирпича - Шифер	Нет, -буржуйка не ограждена, питьевая вода арычная	Организован- ного водостока вода попадает под фундамент
34	Д/с Лилия	с. Боз-Адыр, Суу-Башы а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное 1970 г	Имеется, но в плохом сост-нии	-бетонные, - ж/б плиты	-Из кирпича, - оцинкован. лист	Нет, -буржуйка не ограждена, оголенные провода от обогревателей	Трещины в спальной комнате и отколы штукатурки
35	ПК при с/ш им. Б. Мергенова	с. Каратокой, Суу-Башы а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное е 2004 г	Имеется	-бетонные, - часть ж/б плиты, а часть деревянные	Из кирпича, - оцинкован. листа	-Нет, -паровое отопление «Тансуу»	Трещины в стенах и на потолках
36	Д/с Бучур	с. Газ, Кыштут а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное 1988 г	Нет	-Каменные на глиняном растворе, - деревянные	- Из глины «Кош сынч», - шифер,	Нет, -буржуйка не ограждена	В наружных и внутренних стенах отколы штукатурки
37	Д/с Жоогазын	с.Таян, Кыштут а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное - 1968г	Имеется	-бетонные, - деревянные	-Из кирпича, - оцинкован. лист	Нет, -отопление электрическое, питьевая вода арычная	В наружных стенах отколы штукатурки
38	ПК при с/ш Андарак	с. Андарак, Сумбула а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -3-этажное	Нет	-бетонные, - ж/б плиты -	- Из кирпича - Шифер	Нет	Нет

Приложение Б. Первичные и основные рекомендации

№	Название объекта	Адрес (село, айыл окмоту и район)	Наличие проекта, этажность и год постр-ки	Рекомендации	
				первичные	основные
1	2	3	4	5	6
1	ПК при с/ш Кара-Булак	с. Кара-Булак , Кара-Булак а/о, Баткенский р/н	-Нет, -1-этажное, - 2002 г ашарным методом	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки, устранить дымоходы под стропилами и выполнить организованный водосток. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
2	ПК при с/ш им. С.Эрматова	с. Кара-Булак , Кара-Булак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1977 г	Выполнить отмостки, изолировать торчащие электрические провода, заштукатурить повреждения. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18..
3	ПК при с/ш Чек	с. Чек Дара а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1985 г ашарным методом	Выполнить отмостки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
4	ПК при с/ш Жаны-Жер	с. Жаны-Жер, Дара а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 2004 г ашарный метод	Выполнить ограждение для буржуйки и организованный водосток. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18..

1	2	3	4	5	6
5	Д/с Ак-Тилек	с. Жаны-Жер, Дара а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1982 г	Выполнить ограждение для буржуйки и организованный водосток. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
6	Д/с Ак-Жолтой	с. Бужум, Кара-Бак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, 1978 г	Выполнить отмостки, изолировать оголенные электрические провода в распределительной коробке, заменить кровлю и полы. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
7	Д/с Келечек	с. Чон-Талаа, Торт-Гул а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное 1972 г	Выполнить ограждение для буржуйки, заменить сгнившие балки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
8	ПК при с/ш им. Б. Байназарова	с. Кара-Бак, Кара-Бак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -1970 г	Выполнить ограждение для буржуйки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
9	Д/с Наристе при школьной территории	с. Кара-Бак, Кара-Бак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -1970-72 г	Выполнить ограждение для буржуйки и организованный водосток. Заменить кровлю. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.

1	2	3	4	5	6
10	Д/с Барчын	с. Кызыл-Бел, Кара-Бак а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1976-78 г	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки и организованный водосток. Устранить дымоходы под стропилами, изолировать оголенные электрические провода, заменить кровлю. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
11	Д/с Жаны-Бак	с. Жаны-Бак Самаркандек ао Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -1985 г	Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
12	Д/с Нур	с. Самаркандек, Самаркандек ао Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -1975г	Выполнить ограждение для буржуйки и организованный водосток. Изолировать оголенные электрические провода, заштукатурить поврежденные участки с соблюдением технологии отделочных работ. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
13	ПК при с/ш им. М. Салихова	с. Самаркандек, Самаркандек ао Баткенский р/н	- Нет, - 2-этажное, -1992 г	Выполнить отмостки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.

1	2	3	4	5	6
14	Д/с Эдельвейс	с. Ак-Сай, Ак-Сай а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, 1988-89 г	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки и организованный водосток. Изолировать оголенные электрические провода, заштукатурить поврежденные участки с соблюдением технологии отделочных работ. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
15	ПК при с/ш им. Б. Ходжаева	с. Ак-Сай, Ак-Сай а/о, Баткенский р/н	- Нет, - 2-этажное с подвалом, -1989 г	Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	-
16	ПК при с/ш им. Т. Садыкова	с. Актатыр, Актатыр а/о, Баткенский р/н	- Нет, -3-этажное 1986 г	Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	-
17	Д/с Наристе	с. Актатыр, Актатыр а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное - 1970 г	Выполнить ограждение для буржуйки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
18	Д/с Байчечекей	с. Рават, Актатыр а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 1984 г	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки и организованный водосток. Устранить дымоходы под стропилами. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
19	ПК при с/ш Рават	с. Рават, Актатыр а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, -2000 г ашарным методом	Выполнить отмостки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.

1	2	3	4	5	6
20	ПК при с/ш им. Ш. Ханы	с. Кок-Таш, Ак-Сай а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное, - 2004 г Ашарным методом	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки и организованный водосток. Изолировать оголенные электрические провода, производить штукатурные работы с соблюдением технологии отделочных работ. Устранить дефекты кровли, вывести дымоход на крышу. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
21	Д/с Ак-Жолтой при с/ш Кара-Булак	с. Кара-Булак, Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное 1991 г	Выполнить ограждение для буржуйки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	-
22	ПК при с/ш Кара-Булак	с. Кара-Булак , Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное 1991 г	Выполнить ограждение для буржуйки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	-
23	ПК при с/ш «Маданият»	с. Ай-Бике, Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное с подвалом, 1991 г	Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	-
24	ПК пр с/ш Тогуз-Булак	с. Тогуз-Булак, Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, очень старая	Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.

1	2	3	4	5	6
25	Д/с Ай-Кол	с. Ай-Кол, Тогуз-Булак а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, 1985 г	Выполнить ограждение для буржуйки. Выполнить одностороннее перекрытие. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
26	ПК при с/ш им. К. Казыева	с. Голбо, г. Исфана, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, - 2004 г	Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
27	ПК при с/ш им. Т. Жапарова	с. Чымген, г. Исфана, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное с подвалом, - 1990 г	Выполнить отмостки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Высушить и выполнить гидроизоляцию. Привести в соответствие с требованиями СНиП.
28	ПК при с/ш им. Б. Набиева	с. Арка-2, Жаны-Жер а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 2-этажное с подвалом, - 1991 г	Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	-
29	Д/с Умут	с. Интернац-ал Кулунду а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, 3-этажное с подвалом, - 1986г.	Выполнить отмостки и ограждение для буржуйки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	-
30	Д/с Бучур	с. Ак-Арык, Кулунду а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, -1965 г	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки и организованный водосток. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Обеспечить питьевой водой. Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.

1	2	3	4	5	6
31	Д/с Тынчтык	с. Ак-Суу, Ак-Суу а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, - 1980 г	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки и организованный водосток. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
32	Д/с Айгул	с. Катран, Катран а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное, -1988 г	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки и организованный водосток. Устранить дефекты кровли. Выполнить двойное остекление. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
33	Д/с Лейлек	с. Коргон, Лейлек а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -1-этажное 1982 г	Выполнить ограждение для буржуйки и организованный водосток. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Обеспечить питьевой водой. Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
34	Д/с Лилия	с. Боз-Адыр, Суу-Башы а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное 1970 г	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки. Изолировать оголенные электрические провода, производить штукатурные работы с соблюдением технологии отделочных работ. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.

1	2	3	4	5	6
35	ПК при с/ш им. Б. Мергенова	с. Каратокой, Суу-Башы а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное е 2004 г	Обеспечить надлежащий водоотвод поверхностных и талых вод с прилегающих к зданиям участков территории. Выполнить однотипное перекрытие. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
36	Д/с Бучур	с. Газ, Кыштут а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное 1988 г	Выполнить отмостки, ограждение для буржуйки, производить штукатурные работы с соблюдением технологии отделочных работ. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
37	Д/с Жоогазын	с.Таян, Кыштут а/о, Баткенский р/н	- Нет, -1-этажное - 1968г	Производить штукатурные работы с соблюдением технологии отделочных работ. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	Обеспечить питьевой водой. Разработать рекомендации в соответствии с требованиями СНиПа КР 20-02:2009 – пункта 6.1.18.
38	ПК при с/ш Андарак	с. Андарак, Сумбула а/о, Лейлекск. р/н	- Нет, -3-этажное	Выполнить отмостки. Установить противопожарные щиты. Разработать и вывесить план действий и правила поведения при землетрясениях и других чрезвычайных ситуациях для дошкольных учреждений.	-

Приложение В

Характеристики сейсмоплатформы:

Сейсмоплатформа выполнена однокомпонентной со следующими характеристиками:

- источник питания переменное напряжение -380В;
- мощность двигателя - 50 кВт;
- частота колебания (с защитным устройством блокировки)- 1 7,3 Гц;
- амплитуда колебаний – 0,1 2,1см;
- размеры ее грузовой площадки составляют: длина $\ell=4,2\text{м}$, ширина $b=4,2\text{м}$;
- максимальная грузоподъемность равна 15т.

Устройство и принцип работы сейсмоплатформы

Сейсмоплатформа состоит из двух основных частей электрической и механической.

Электрическая часть содержит три блока (Приложение Г, рис. 2.)

- Блок I включает в себя силовой шкаф 2 двигатель привода генератора 3 генератор постоянного тока 4 двигатель постоянного тока и электрическую цепь блокировки трансформатора Тр-1, выпрямительных мостов $V_1 \div V_4$ и

$V_5 \div V_8$

- Блок II состоит из электрической цепи. Трансформатора Тр-2, переключателей КЛ - 2 и КЛ - 3 осциллографов, шунтовых коробок и датчиков.

- Блок III содержит конденсаторные батареи С1 - С11 уменьшения пульсации тока выпрямительного моста $V_9 - V_{18}$ контактных реле защиты P_1 и P_2 .

При замыкании рубильника КЛ-1 (блок I) трехфазное напряжение (380 В) через плавкие вставки подается на двигатель переменного тока, который в свою очередь механически связан с генератором постоянного тока.

При замыкании переключателей КЛ-2 и КЛ-3 переменное напряжение (220 В) через блокировку (которая служит для защиты системы от перегрузок) подается на выпрямительные мосты $V_1 - V_4$ и $V_5 - V_8$

(блок I). Выпрямленное напряжение с $V_1 - V_4$ подается на стартерную обмотку двигателя постоянного тока (блок I), а с $V_5 - V_8$ на статорную обмотку генератора постоянного тока. К входу выпрямительного моста

$V_5 - V_8$ также подключен, через согласующий трансформатор ТР1 (блок I) латор Тр2 (блок II). Изменяя сопротивление латора Тр2 изменяется напряжение на входе выпрямительного моста $V_5 - V_8$, а значит и меняется напряжение на статорных обмотках генератора постоянного тока, и поэтому меняется напряжение вырабатываемое генератором постоянного тока и подаваемое на роторные обмотки двигателя постоянного тока, который в свою очередь меняет число оборотов в зависимости от подаваемого напряжения. Двигатель постоянного тока (блок I) механически связан с сейсмоплатформой.

При замыкании переключателей КЛ4 и КЛ5 переменное напряжение (220 В) подается на блок питания осциллографа (блок 2). С выхода блока питания постоянное напряжение – (27В) подается на осциллограф (блок 2).

Электронная схема блока 3 служит для защиты схемы блока 2 от перегрузок. При коротком замыкании срабатывают реле Р1 и Р2 своими контактами включают вход выпрямительных мостов $V_9 - V_{18}$ (блок 3). Выпрямительное напряжение с выхода $V_9 - V_{18}$ (блок 3) подается на вход блокировки (блок I). Блокировка размыкает свои контакты и отключает систему от сети.

Конденсаторы С I – С II (блок 3) служат для уменьшения пульсации напряжения с выхода выпрямительного моста $V_9 - V_{18}$ (блок 3).

Механическая часть.

Регулируемое напряжение с блока 2 (Приложение Г, рис.2.) поступает в электродвигатель постоянного тока блока I создавая вращательное движение кардана (лист1), который в свою очередь соединен с редуктором 7. Редуктор содержит два вала вращения к которым закреплены дебалансы. Каждый из дебалансов состоит из двух дисков позволяющих уменьшать кинематический момент и возмущающую силу от максимума до 0 путем смещения дисков дебаланса относительно друг друга от 0^0 до 180^0 . на дебалансах предусмотрена возможность распределения массы 8 фиксированными положениями, а также предусмотрена возможность установки дополнительных сегментов, предназначенных для увеличения кинематического момента. Корпус редуктора жестко закреплен с основанием стола сейсмоплатформы.

Конструктивное выполнение основания сейсмоплатформы, линейные подшипники, редуктор привязки и размещение сейсмоплатформы изображены на рисунках 1, 3, 4, 5, 6, 7.

Порядок работы и тарировка сейсмоплатформы

1. После включения рубильника силового шкафа (С) пульта управления согласно описанию последовательности включения цепей электрической части блока, нажав кнопки КЛ2 и КЛ3 запустить генератор постоянного тока и дать питание на статорную обмотку эл. двигателя постоянного тока.

2. С помощью ручки латора изменяя напряжение выводим работу двигателя на нужный режим вращения вала редуктора.

3. Остановку работы сейсмоплатформы осуществлять в обратной последовательности как при запуске снять напряжение вращении ручки латора (2) и питание цепей пульта управления (1) отключить рубильник силового шкафа.

4. Не допускается оставлять в работе на длительное время стола платформы в режиме как малых частотах колебания, так и больших во избежании возможных перегрузок узлов в целом.

Геометрические параметры и массы исследуемых моделей определяются имеющимися техническими средствами испытания (характеристиками

сейсмоплатформы – грузоподъемностью и размерами, и необходимостью обеспечения подобия процессов сейсмических колебаний на модели и в натуре. В связи с тем, что сейсмические колебания охватывают широкий диапазон частот и амплитуд, в большей степени подбор динамических параметров испытываемой модели определяется диапазоном частот и амплитуд колебаний, имеющейся сейсмоплатформы. При этом качество эксперимента определяется возможностью проведения модели через резонансную зону. Поэтому основной целью тарировки сейсмоплатформы является определение ее технических характеристик для обеспечения проведения экспериментов на качественно высоком уровне. Для этого проведены две серии тарировки.

В первой серии определялось влияние на частоты и амплитуды колебаний сейсмоплатформы положения дебалансов (отмечены на листе по порядку №1....., №8). Проведены восемь опытов. Записи осциллограмм, соответственно, приведены в приложении (Приложение Г, рис. 1-8, табл. 1 а, б). По полученным данным на рис.8 построены графики зависимости частот и амплитуд колебаний сейсмоплатформы от положения дебалансов.

Во второй серии тарировки устанавливалось влияние массы испытываемой модели на частоты и амплитуды колебаний сейсмоплатформы. Проведены три эксперимента для положения дебалансов №5 при различных пригрузах массой 2,5; 5; 13,5 тонн. Выбор положения дебалансов № 5 обусловлен наиболее распространенным при сейсмических воздействиях диапазоном частот от 2 до 5 Гц. Записи осциллограмм, соответственно, приведены в приложении (Приложение Г, рис. 9 – 11, табл. 2 а, б). На рис.9. построены графики зависимостей частот и амплитуд колебаний сейсмоплатформы от массы модели.

Для определения частот и амплитуд колебаний сейсмоплатформы протарированы две группы сейсмоприемников (ВБП и ОСП).

Протарированные ВБП (для определения смещения сейсмоплатформы) и ОСП (для определения ускорения) пронумерованы инвентарными номерами: № П1- П5. Эти сейсмоприемники не подлежат использованию для других целей, кроме измерения характеристик сейсмоплатформы (являются образцовыми).

Приложение Г

Приложение Г, Таблица 16

Значения частот и амплитуд колебаний сейсмоплатформы полученные по записям осциллограммы

№	Положение дебалансов сейсмоплатформы	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	4,3	4,8	5,8	7,2	7,3	0,29	0,38	0,47	0,58	0,66	587	687	912	1187	1475
2	2	3,2	4,8	5,5	6,1	7,3	0,32	0,59	0,62	0,77	0,99	575	1375	1625	2125	2312
3	3	2,7	3,3	4,2	4,7	5,5	0,44	0,77	1,155	1,32	1,54	563	1063	1375	1937	2562
4	4	2,4	3,3	3,7	4,3	4,7	0,61	0,96	1,43	1,485	1,65	700	1275	1600	2000	2468
5	5	2,2	2,7	3,3	4,2	4,8	0,47	0,94	1,155	1,705	1,87	525	1012	1312	2163	2781
6	6	2,15	2,7	2,9	4,0	4,8	0,62	1,07	1,21	1,87	1,87	687	1187	1375	2094	2937
7	7	2,0	3,0	3,6	4,1	4,5	0,77	1,375	1,73	1,95	2,1	812	1406	1875	2344	2812
8	8	1,8	2,7	3,4	3,9	4,4	0,52	1,21	1,54	1,76	1,93	575	1187	1312	2344	2687

Отсчет (по осциллограмме) частот и амплитуд колебаний сейсмоплатформы при положении балансиров №5 с различными пригрузами

№	Масса пригруза тонн	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	см	см	см	см	см					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0	2,2	2,7	3,3	4,2	4,8	0,43	0,85	1,05	1,55	1,7	0,42	0,81	1,05	1,73	2,225
2	2,5	2,2	2,7	3,3	4,2	4,7	0,2	0,4	0,56	0,7	0,8	0,19	0,45	0,575	1,15	1,35
3	5	-	-	3,3	4,2	4,8	-		0,325	0,5	0,675	-	-	0,425	0,75	1,0
4	13,5	-	-	3,3	4,2	4,8	-		0,25	0,48	0,44	-	-	0,4	0,475	0,725

Значения частот и амплитуд колебаний сейсмоплатформы, при положении балансиров № 5 с различными пригрузами

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0	2,2	2,7	3,3	4,2	4,8	0,47	0,94	1,16	1,7	1,87	525	1012	1312	2162	2781
2	2,5	2,2	2,7	3,3	4,2	4,7	0,22	0,44	0,62	0,77	0,88	237	562	718	1437	1687
3	5	-	-	3,3	4,2	4,8	-		0,36	0,55	0,74	-	-	531	937	1250
4	13,5	-	-	3,3	4,2	4,8	-		0,28	0,53	0,58	-	-	500	594	906

Отсчет (по осциллограмме) частот и амплитуд колебаний сейсмоплатформы

Положение дебалансов сейсмоплат- формы	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Гц	Гц	Гц	Гц	Гц	см	см	см	см	см	см	см	см	см	см
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	4,3	4,8	5,8	7,2	7,3	0,26	0,35	0,425	0,53	0,60	0,47	0,55	0,73	0,95	1,18
2	3,2	4,8	5,5	6,1	7,3	0,29	0,54	0,56	0,7	0,9	0,46	1,1	1,3	1,7	1,85
3	2,7	3,3	4,2	4,7	5,5	0,4	0,7	1,05	1,2	1,4	0,45	0,85	1,1	1,55	2,05
4	2,4	3,3	3,7	4,3	4,7	0,55	0,875	1,3	1,35	1,50	0,56	1,02	1,28	1,6	1,975
5	2,2	2,7	3,3	4,2	4,8	0,43	0,85	1,05	1,55	1,7	0,42	0,81	1,05	1,73	2,225
6	2,15	2,7	2,9	4,0	4,8	0,56	0,975	1,1	1,7	1,7	0,55	0,95	1,1	1,675	2,35
7	2,0	3,0	3,6	4,1	4,5	0,7	1,25	1,575	1,775	0,91	0,65	1,125	1,5	1,875	2,25
8	1,8	2,7	3,4	3,9	4,4	0,475	1,1	1,4	1,6	1,75	0,46	0,95	1,05	1,875	2,15

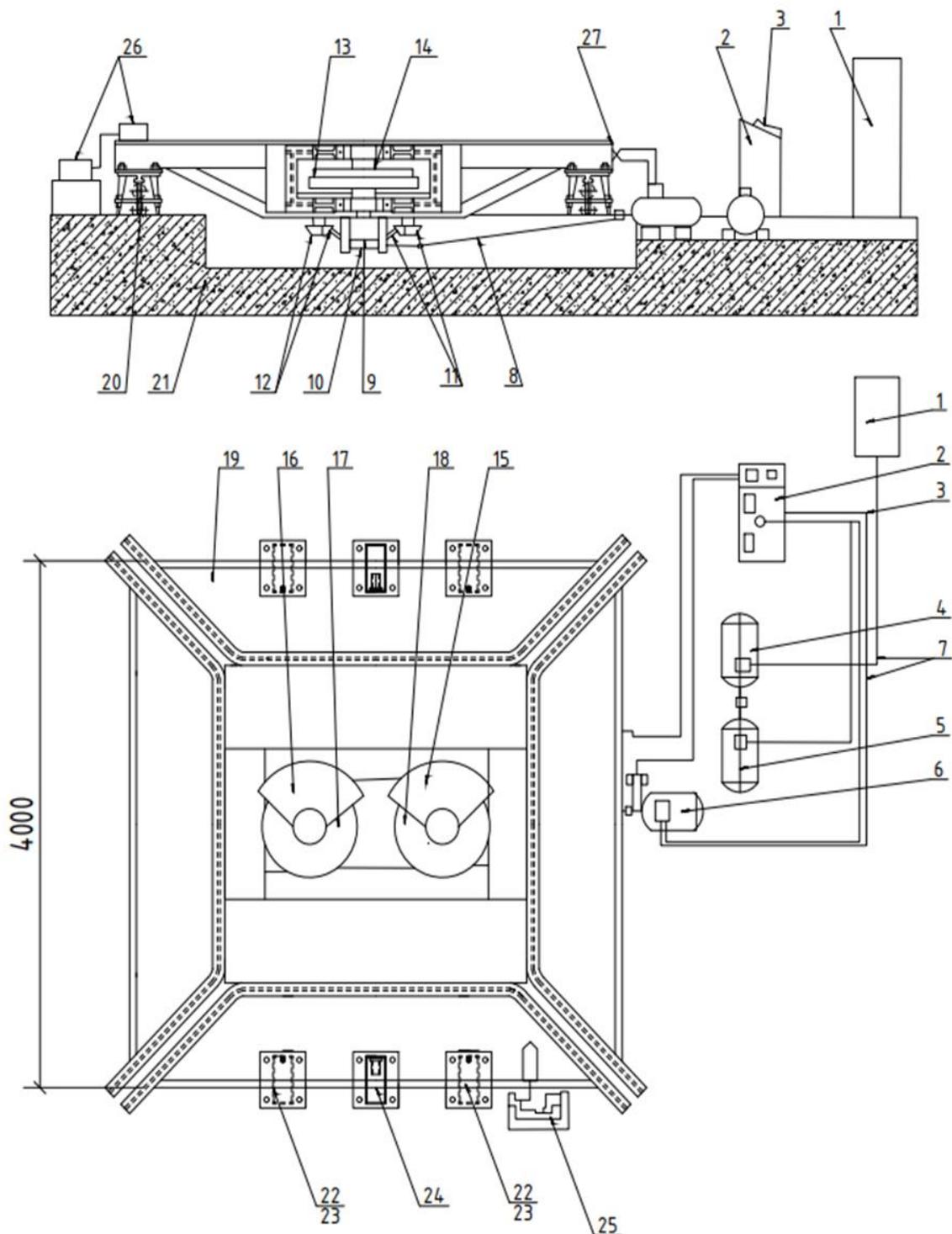


Рисунок 1. Схема испытательной платформы: 1-силовой шкаф, 2-панель управление, 3-рукоятка латора, 4-электродвигатель трехфазного тока, 5- генератор постоянного тока, 6- электродвигатель постоянного тока, 7-кабели силовые, 8-карданный вал, 9-редуктор дебалансов, 10-вал редуктора, 11-12-конические зубчатые передачи, 13-14-валы дебалансов, 15-16-дебалансы основные, 17-18-дебалансы вспомогательные, 19- сейсмоплатформа, 20-опора, 21-фундамент, 22- пневматический амортизатор, 23- опора амортизатора, 24-упор предохранительный, 25-регистрация видимой записи, 26-акселерометр типа GeoSIC. 27-визуальный индикатор частотомер.

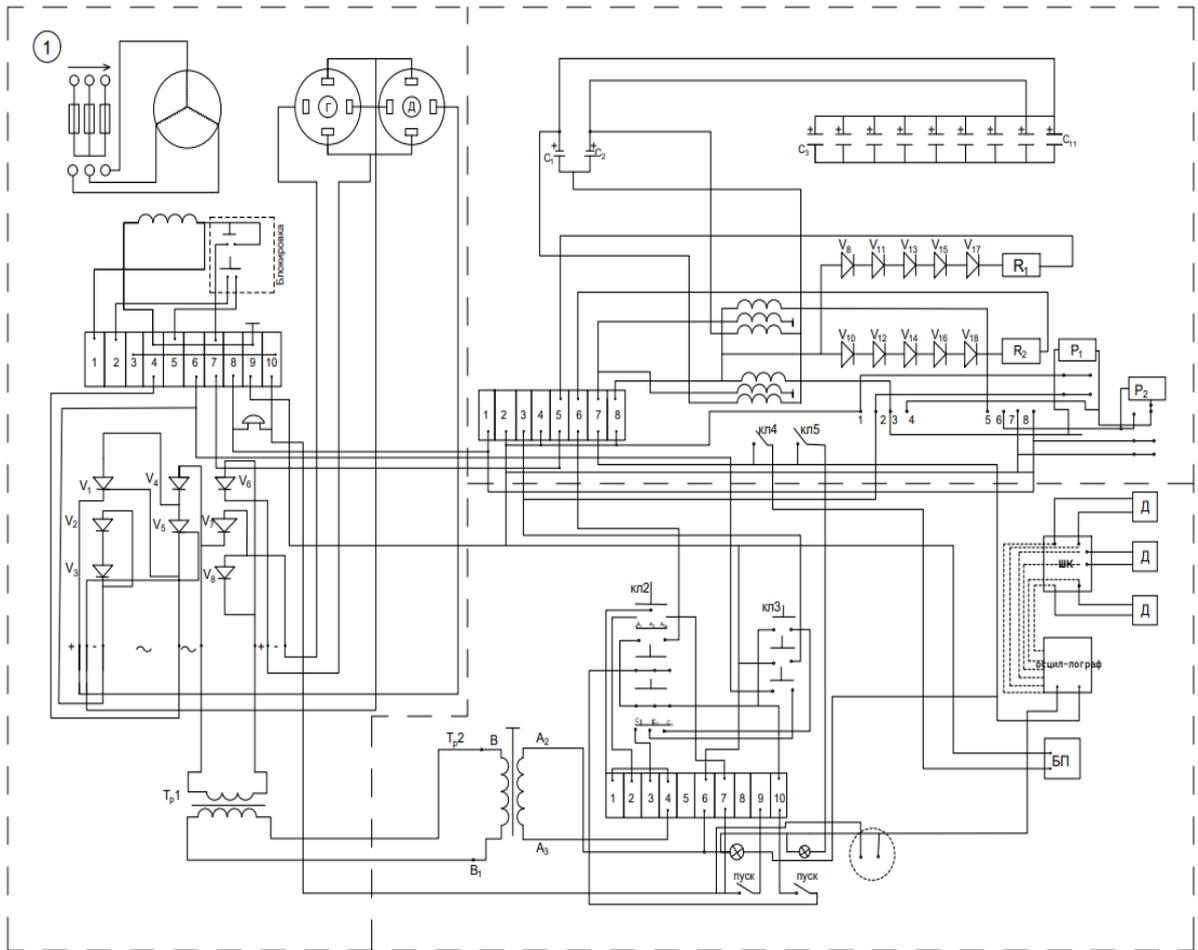
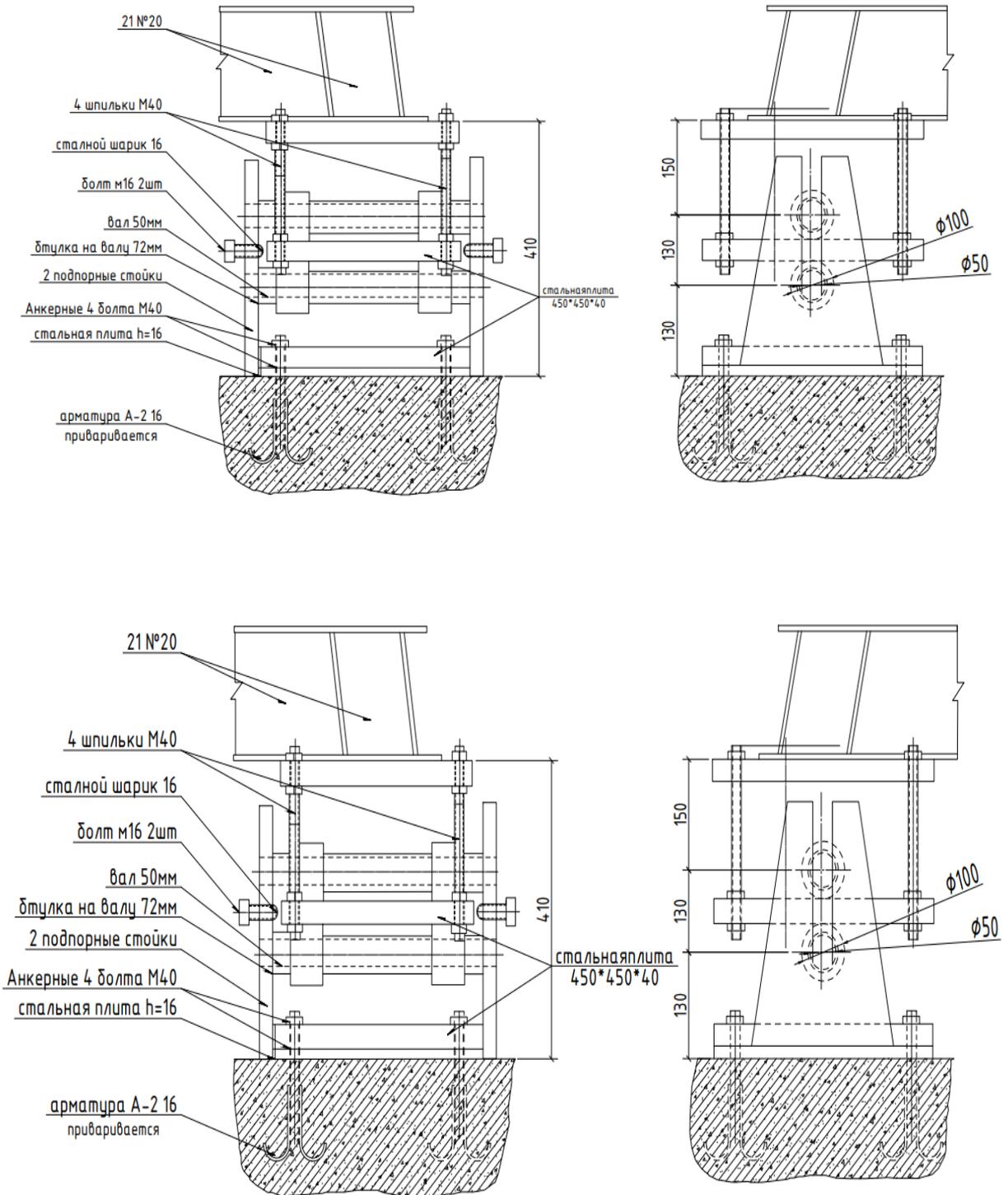
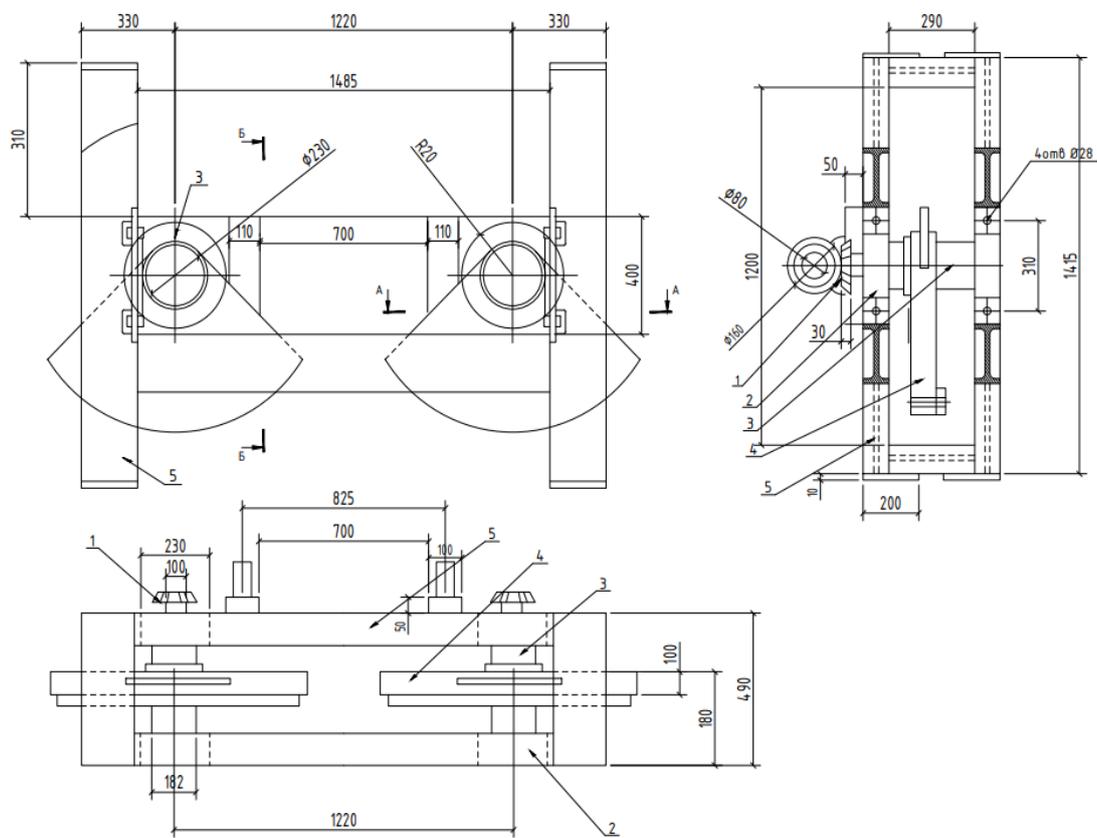


Рисунок 2. Энергетическая схема

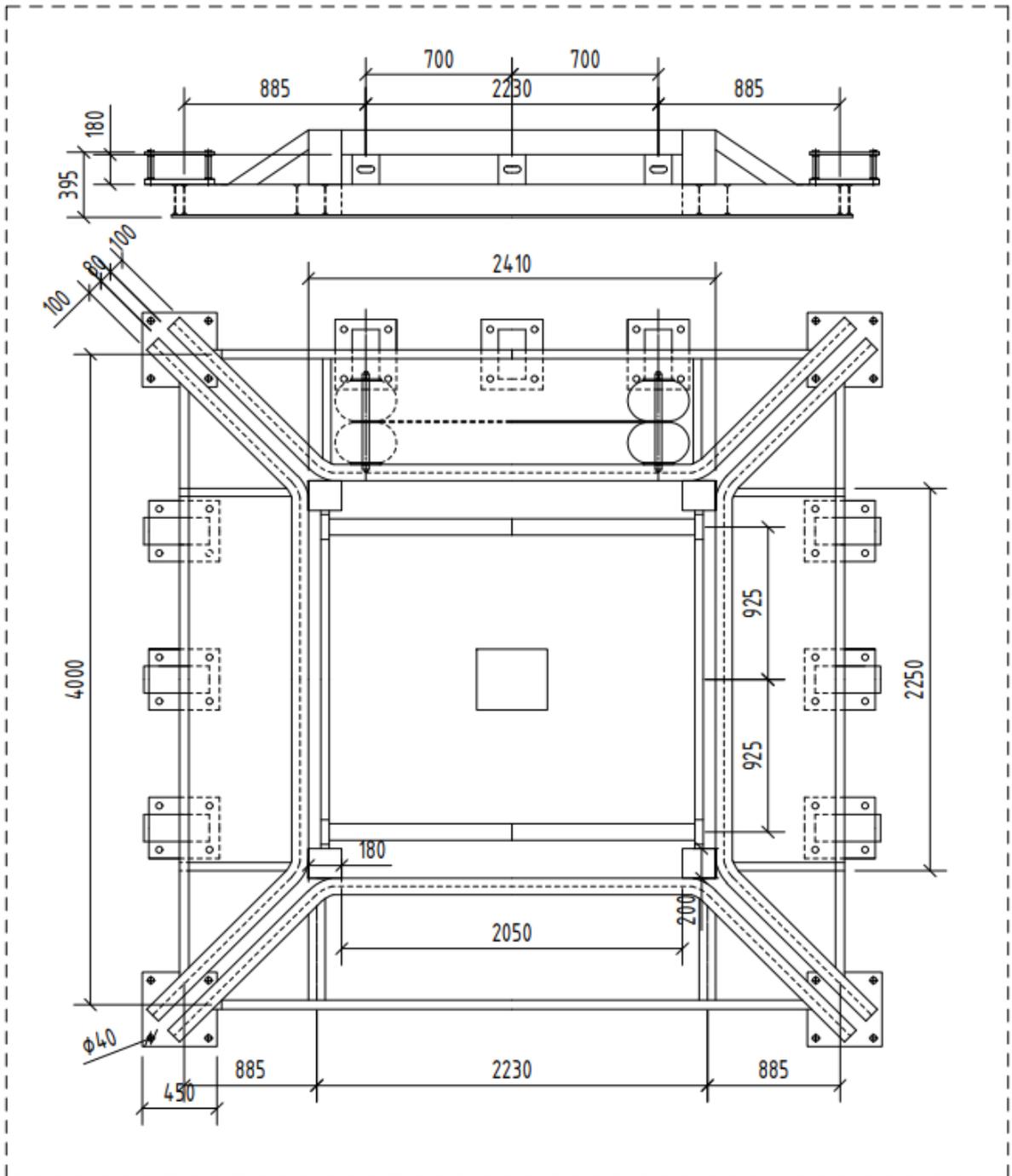
УЗЕЛ ОПИРАНИЯ ОСНОВАНИЯ СЕЙСМОПЛАТФОРМЫ

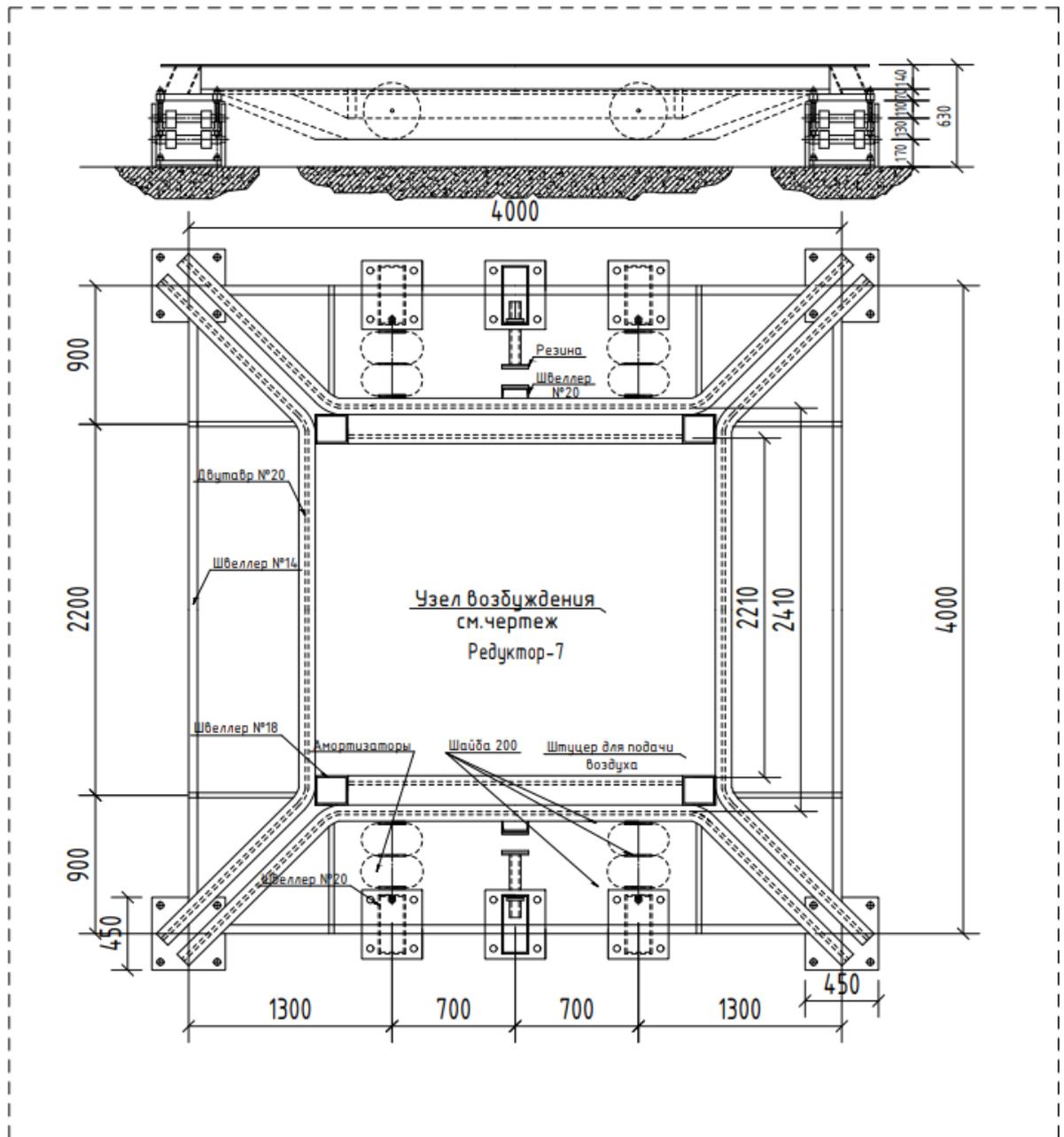


Редуктор-7

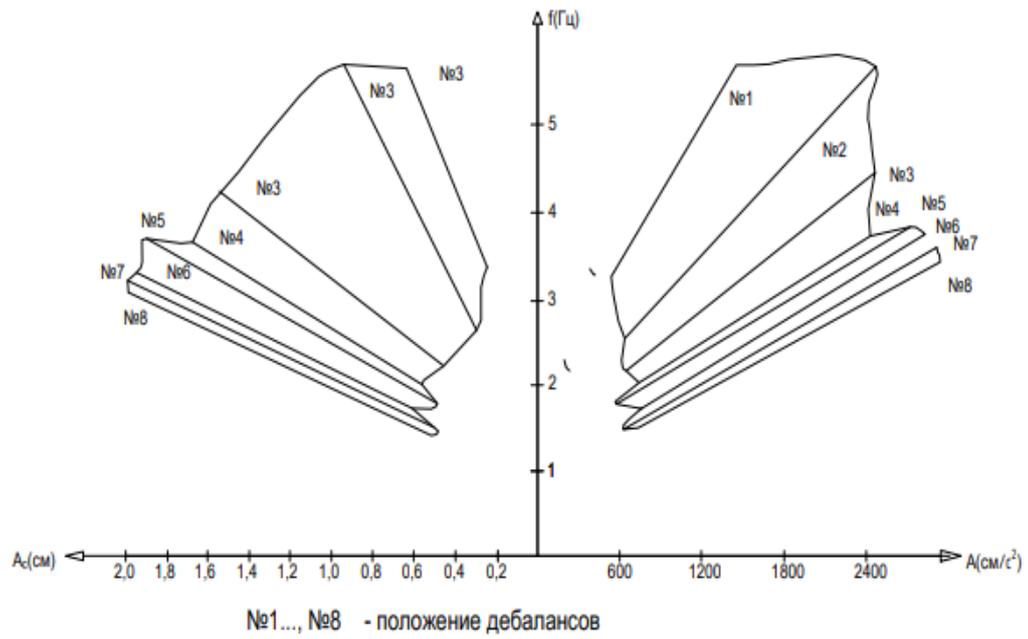


Актив





Зависимость частот и амплитуд колебаний сейсмолатформы от положения дебалансов



Зависимость частот и амплитуд колебаний сейсмолатформы от массы модели

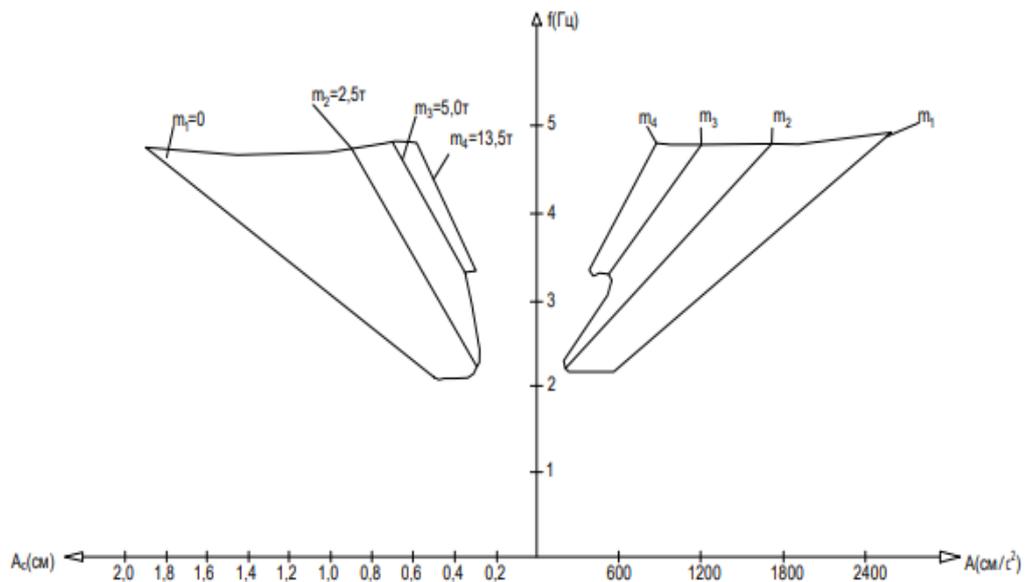
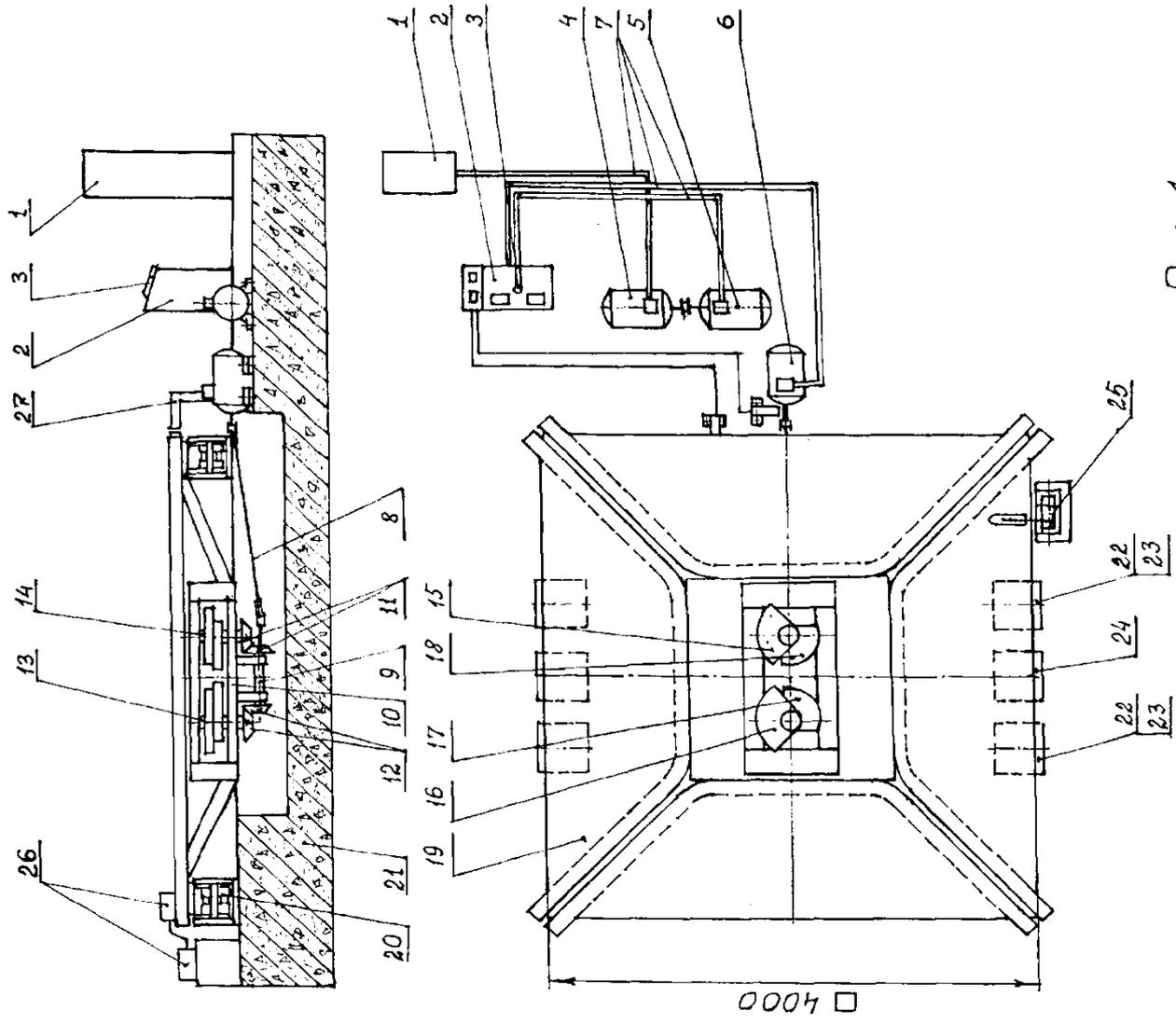


СХЕМА СЕЙСМОИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ



Наименование

1. Силовой шкаф.
2. Панель управления.
3. Рукоятка латара.
4. Электродвигатель трехфазного тока.
5. Генератор постоянного тока.
6. Электродвигатель постоянного тока.
7. Кабели силовые.
8. Карданный вал.
9. Редуктор дебалансов.
10. Вал редуктора.
- 11-12. Конические зубчатые передачи.
- 13-14. Валы дебалансов.
- 15-16. Дебалансы основные.
- 17-18. Дебалансы вспомогательные.
19. Сейсмоплатформа.
20. Опора.
21. Фундамент.
22. Пневматич. амортизатор.
23. Опора амортизатора.
24. Упор предохранительный.
25. Регистрация видимой записи-РВЗ.
26. Акселерометр типа Geo SIG.
27. Визуальный индикатор гасстамер.

Рис. 1.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ
СХЕМА

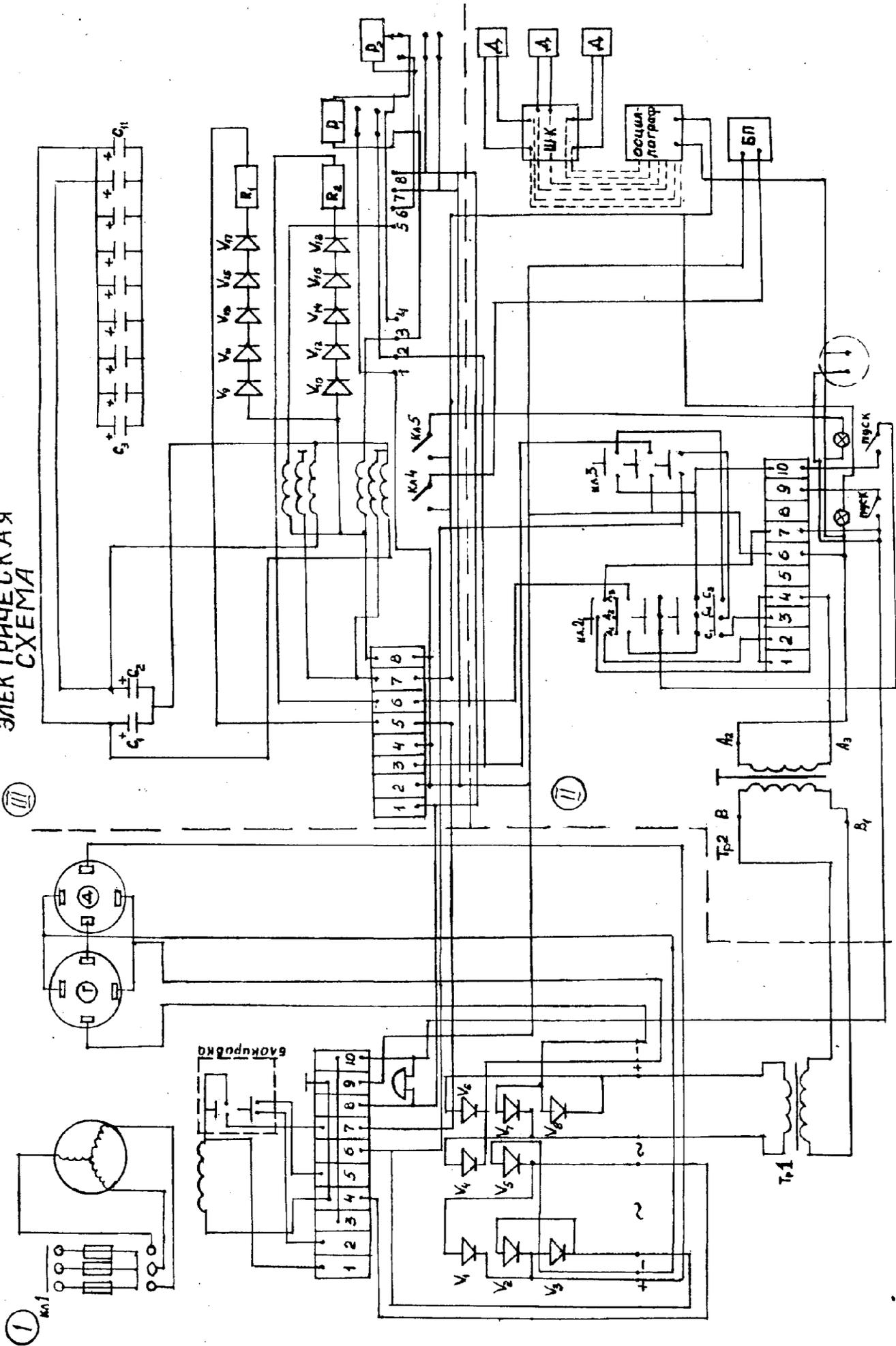


Рис. 2.

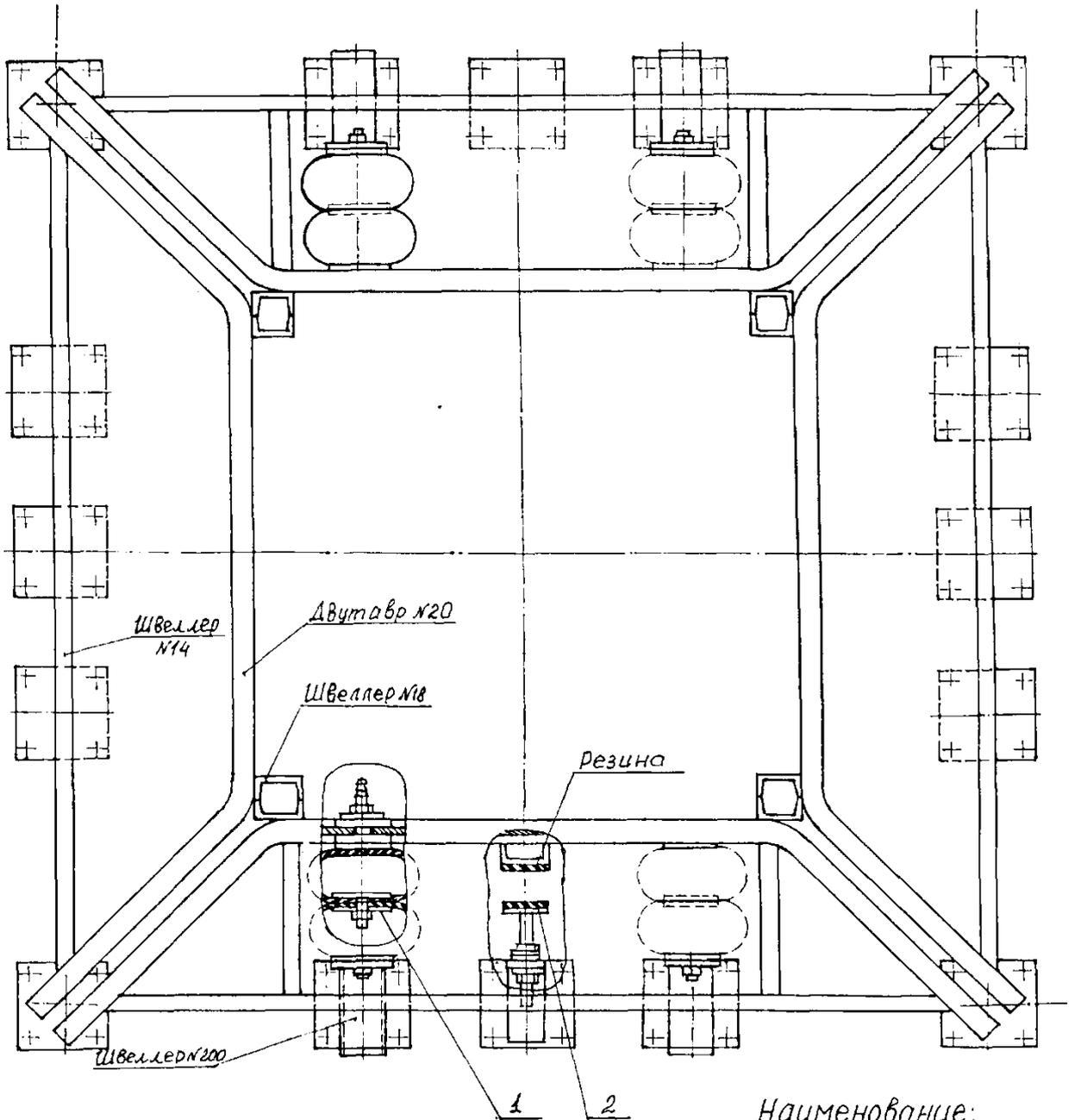
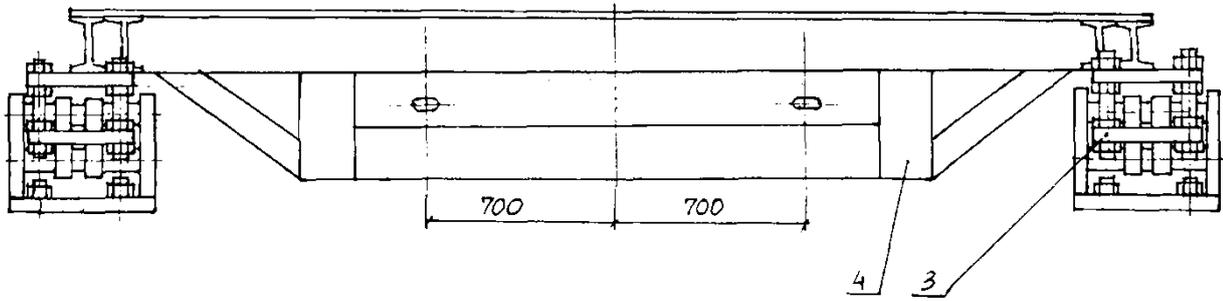


Рис. 3.

- Наименование:
1. Пневмоамортизатор.
 2. Предохранительный упор.
 3. Опора сейсмоплатформы.
 4. Рама сейсмоплатформы.

Наименование:
Редуктор дебалансов.
Опора.

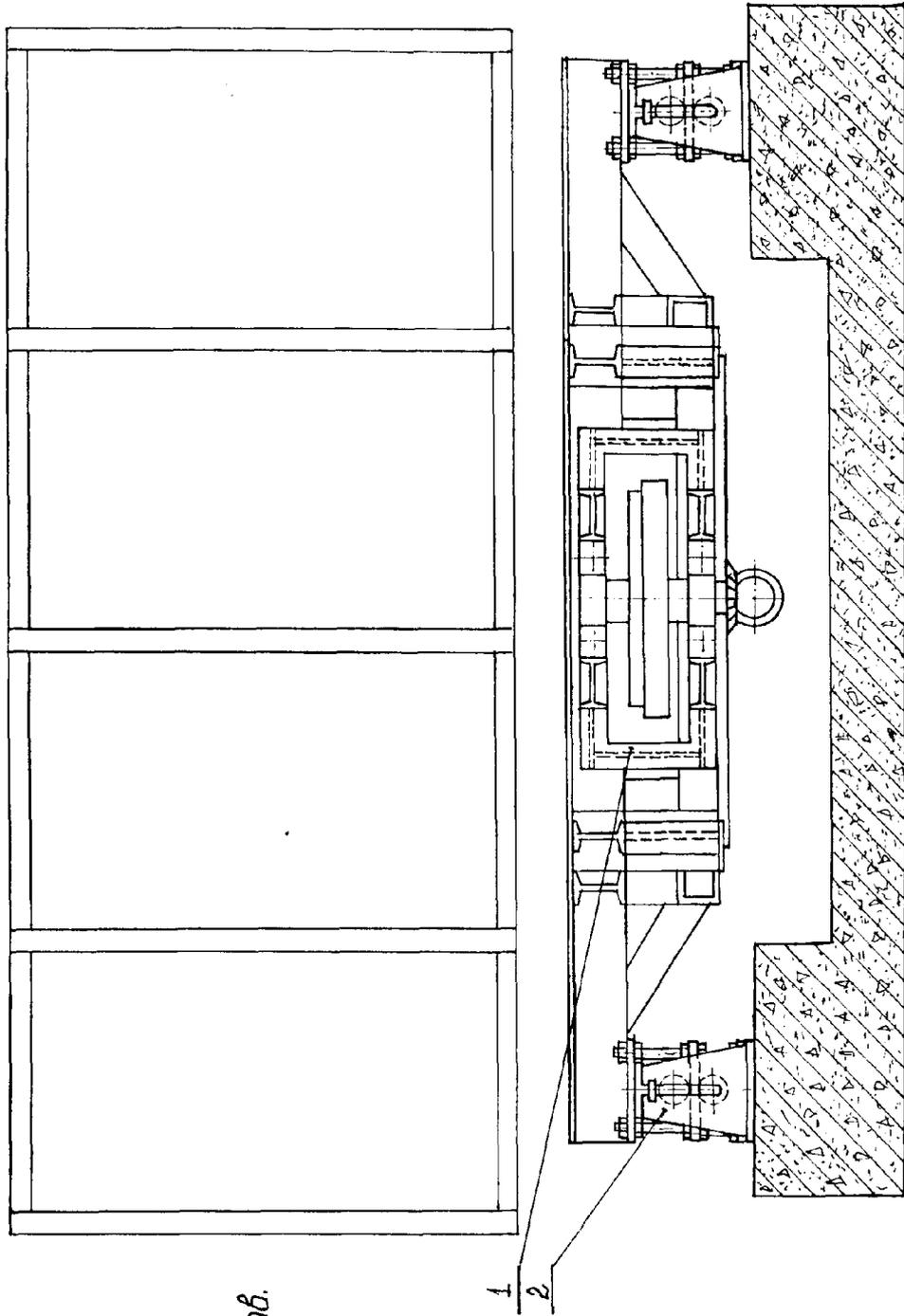


Рис. 4.

Наименование

1. Сейсмоплатформа.
2. Плита верхняя.
3. Плита нижняя.
4. Ограничитель с шариком.

5. Шпилька М40
6. Гайка М40.
7. Роллж.
8. Опора вертикальная.
9. Плита.
10. Гайка М40.
11. Фундаментный болт М40.
12. Основание.
13. Железобетонный пол.
14. Ось ролика.

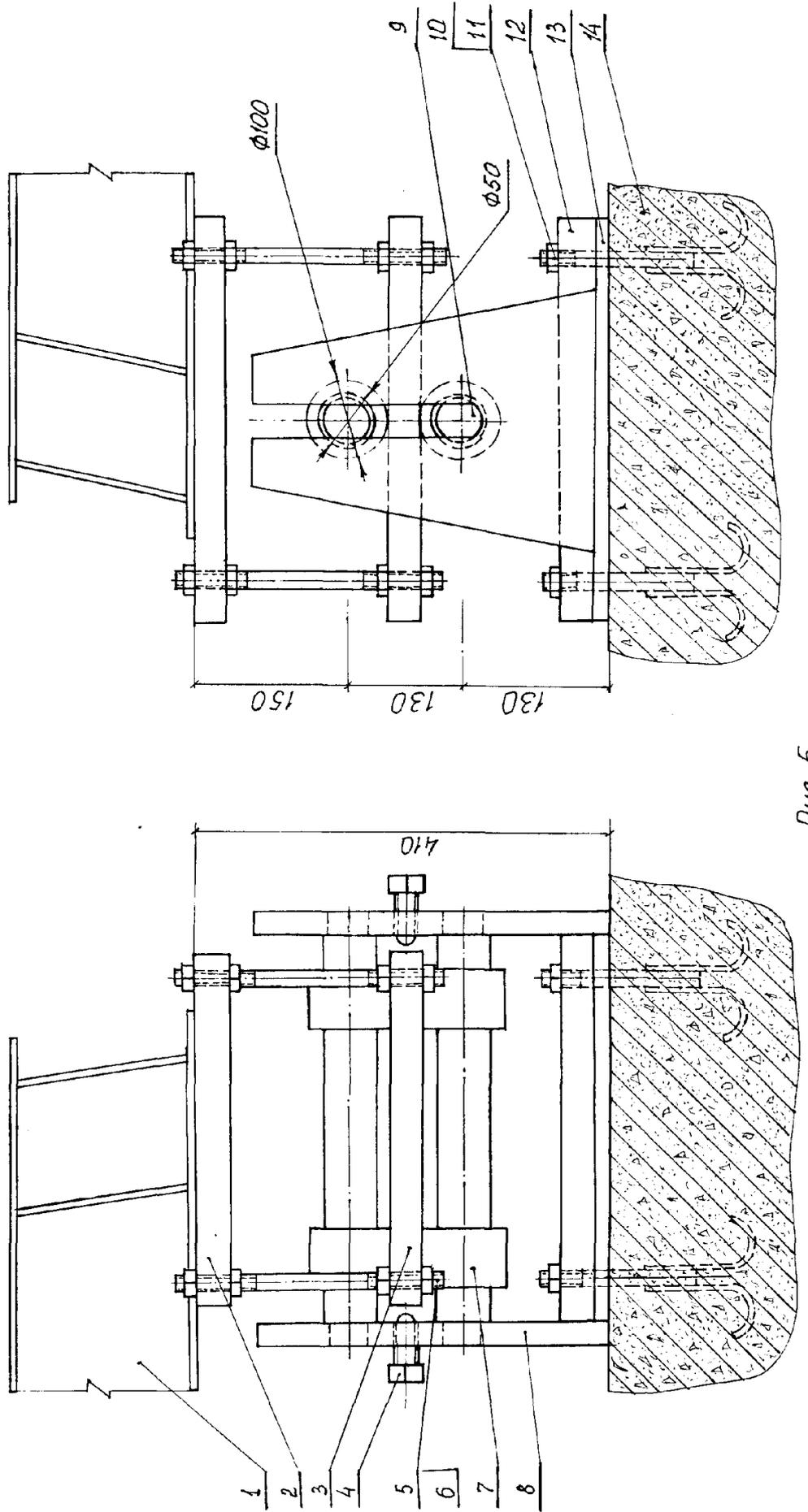
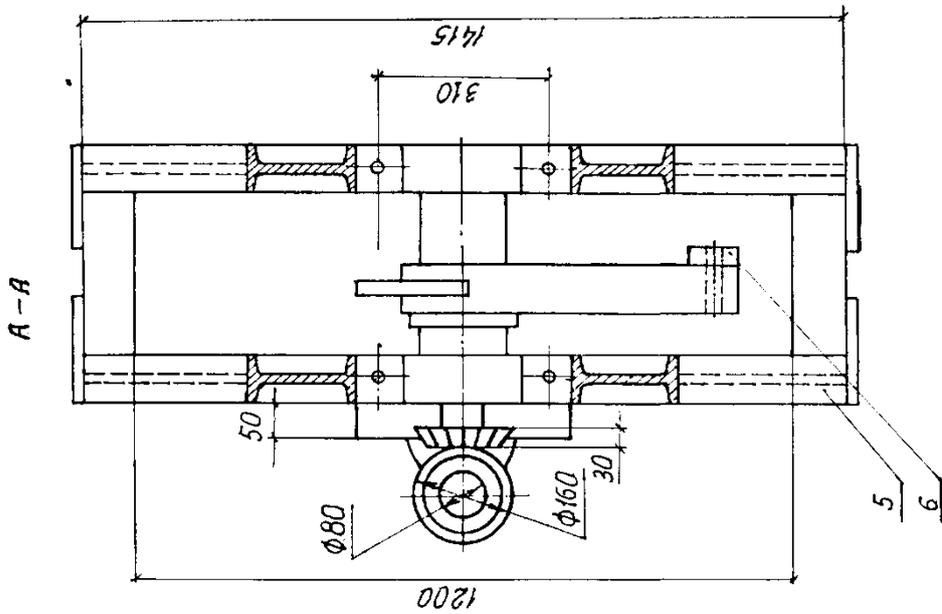


Рис. 5.



Наименование

1. Шестерня концевая.
2. Корпус вала.
3. Вал дебаланса.
4. Дебаланс.
5. Рама корпуса дебалансов.
6. Пригрузы.

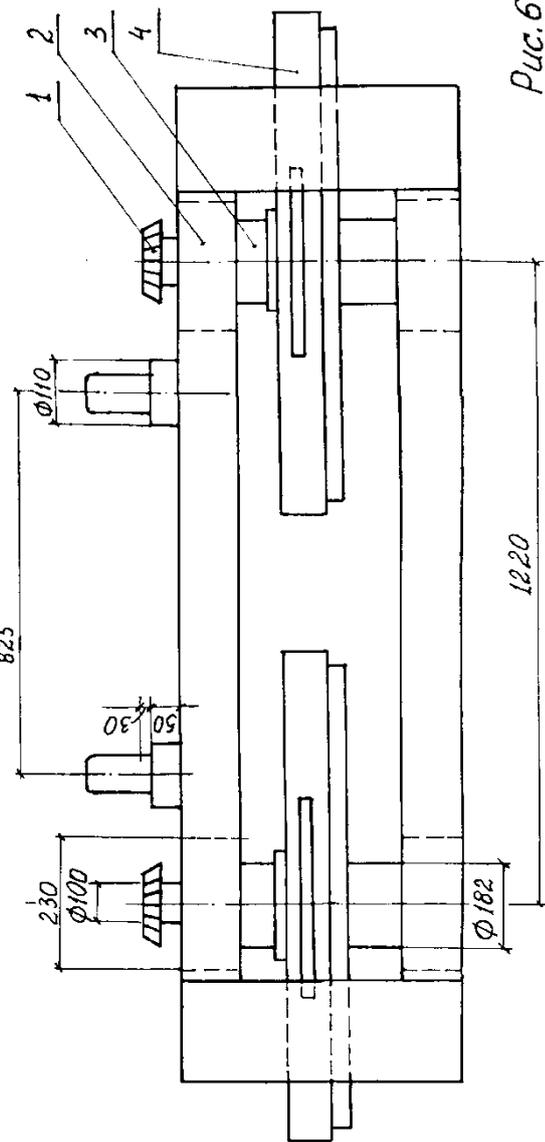
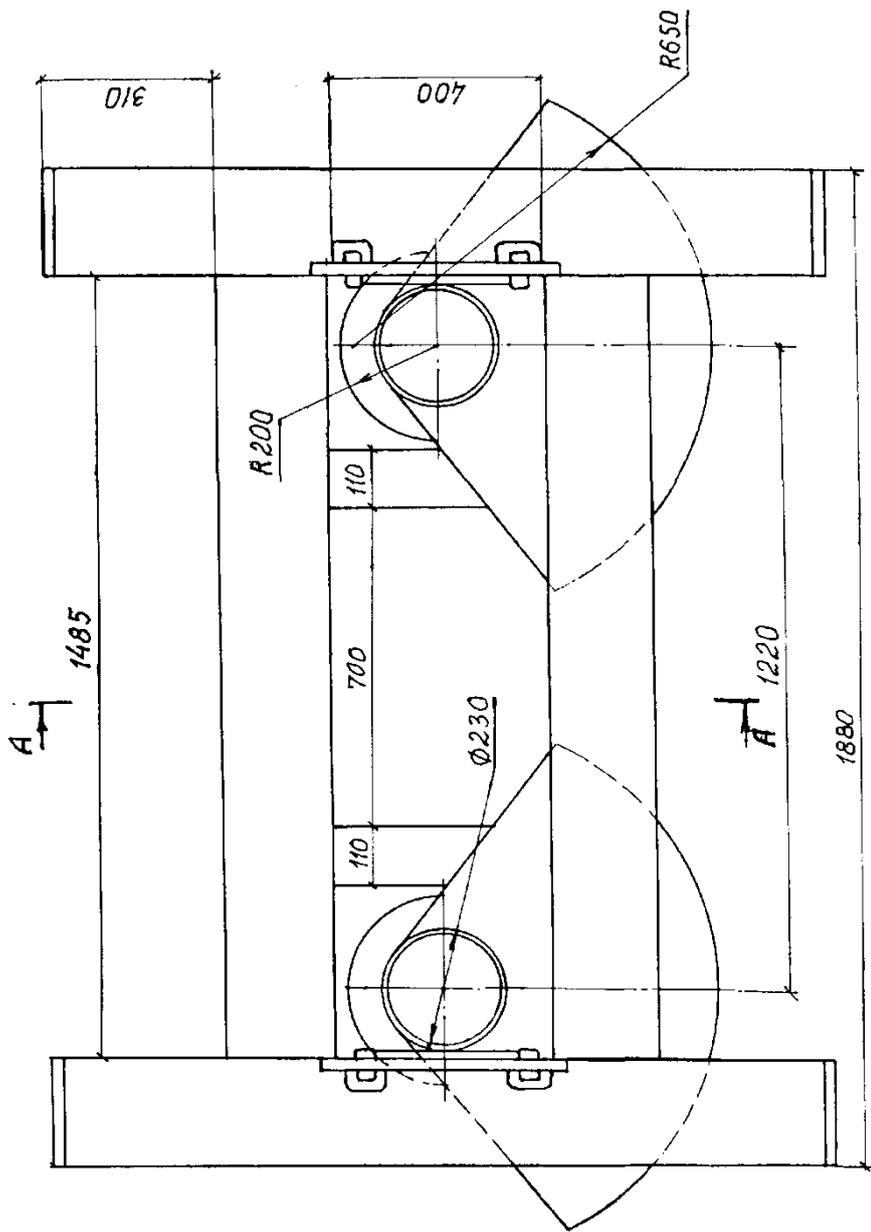
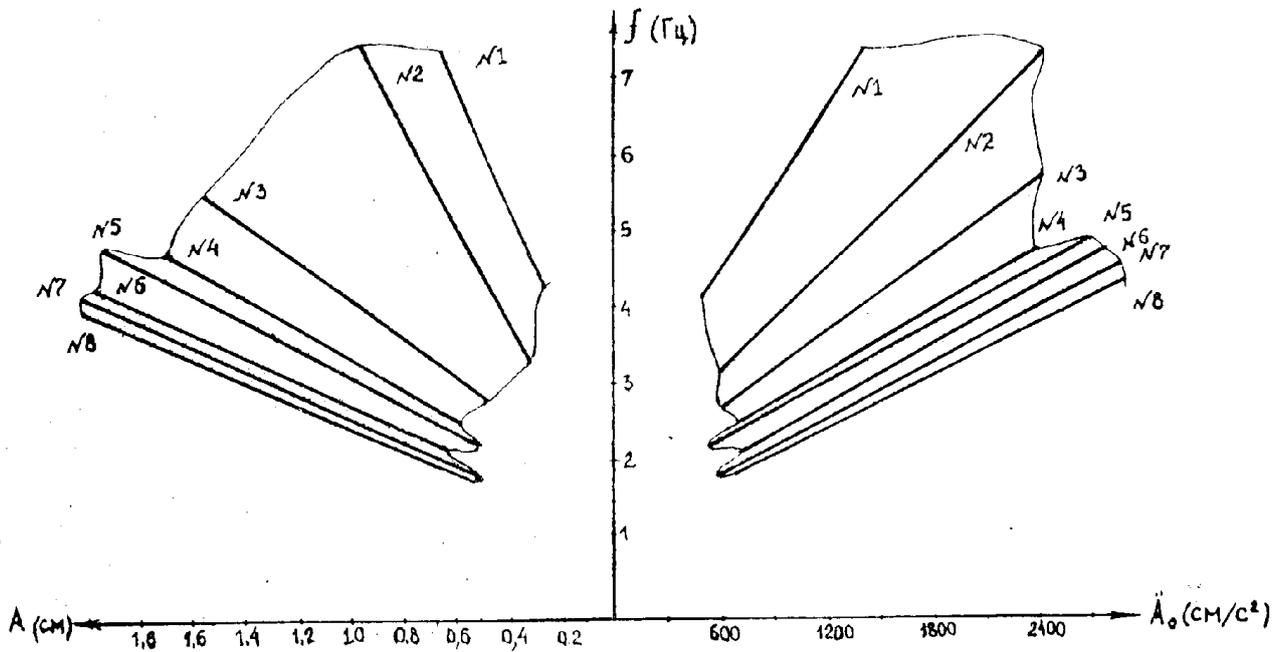


Рис. 6.

ЗАВИСИМОСТЬ ЧАСТОТ И АМПЛИТУД КОЛЕБАНИЙ СЕЙСМОПЛАТФОРМЫ
ОТ ПОЛОЖЕНИЯ ДЕБАЛАНСОВ.



N1... N8 - положение дебалансов Рис. 8.

ЗАВИСИМОСТЬ ЧАСТОТ И АМПЛИТУД КОЛЕБАНИЙ СЕЙСМОПЛАТФОРМЫ
ОТ МАССЫ МОДЕЛИ.

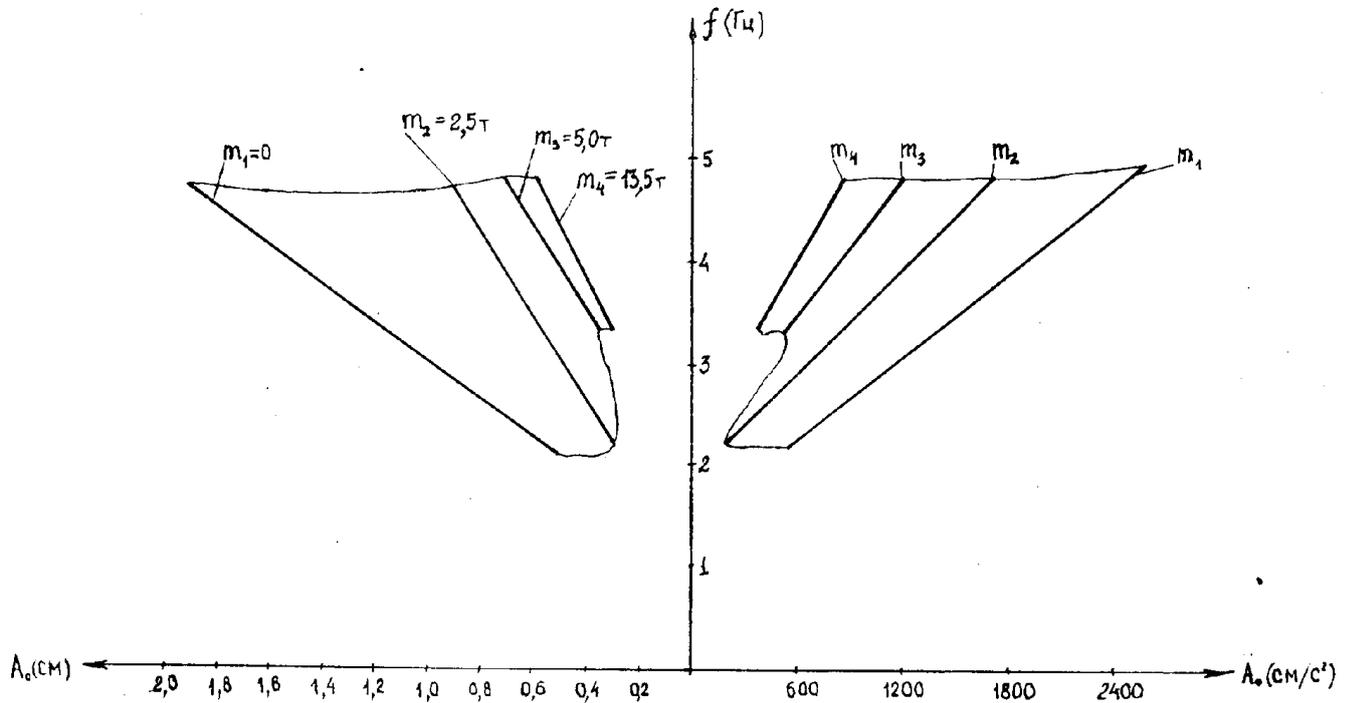


Рис. 9.

Приложение Д

Акты о реализации научных результатов, полученных в диссертации

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Государственного агентства
архитектуры, строительства
и жилищно-коммунального
хозяйства при Кабинете Министров КР

Иманакун уулу Т.

« 15 » 09 20 23 г.

АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы

1. Автор внедрения: Маматов Жаныбек Ысакович.

2. Наименование научно-исследовательской работы: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения на тему: «Моделирование процессов повреждаемости и разрушения малоэтажных зданий».

3. Краткая аннотация:

- проведен инженерный анализ последствий произошедших сильных землетрясений с исторических времен в Кыргызстане и Ферганской долине. Объекты, построенные силами местного населения – жилые дома и здания, построенные преимущественно из глинистых материалов;

- разработана классификация существующих домов из местных материалов в зависимости от региональных особенностей в условиях КР по несущим конструктивным системам;

- разработаны натурные модели и технологии строительства типов индивидуальных малоэтажных жилых домов в Кыргызской Республики и определение их безопасности от воздействия сейсмических нагрузок на основе экспериментально-теоретических исследований;

- проведена серия экспериментальных испытаний на натуральных моделях домов и сделан условное ранжирование их сейсмоустойчивости, учитывающее экономическую составляющую и технологию возведения домов из местных материалов, устойчивых к землетрясениям;

- впервые построена математическая модель процессов повреждаемости малоэтажных зданий с позиций синергетики.

4. Эффект от внедрения:

- разработанные рекомендации, руководства, учебное пособие, брошюры на кыргызском языке, буклеты способствуют повышению знаний в области обеспечения сейсмостойкости строительства, или использовании индивидуальными застройщиками и самыми широкими слоями населения;

- результаты исследований служат в качестве методического пособия для частных застройщиков, мастеров-уста, органов местного самоуправления, а также специалистов, выполняющих исследования и практические разработки сейсмической безопасности и сейсмостойкого строительства, специалистов

департамента жилищно-гражданского строительства, инспекции ДАСК и АПУ, подразделений МЧС, проектных организаций при обеспечении качества и сейсмостойкости строительных объектов, безопасности их эксплуатации;

Место и время внедрения: Комиссия в составе председателя, и.о. директора Департамента государственного архитектурно-строительного контроля при ГААС и ЖКХ КР Саякова Адиса Шакильевича и членов комиссии: начальника управления строительства ГААС и ЖКХ КР Амираева Максата Абдурасуловича и старшего инспектора Департамента государственного архитектурно-строительного контроля при ГААС и ЖКХ КР Керимбекова Иманкула Асанкановича составила настоящий акт о том, что основные положения диссертационного исследования Маматова Жаныбека Ысаковича на тему: «Моделирование процессов повреждаемости и разрушения малоэтажных зданий» использовались:

- при разработке рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцової кладки в сейсмических районах КР - 2011г.;
- при издании учебного пособия на кыргызском языке «Коопсуз үйлөрдү тургузуу жана тургузулган үйлөрдү бекемдөөнүн ыкмалары» - 2017г.;
- при обследовании существующих объектов, школы и жилых домов в с. «Кара-Жыгач» при направленном взрыве на объектах ГЭС «Камбар-Ата-2» -2009г.;
- при обследовании индивидуальных жилых домов в жилмассивах вокруг г. Бишкек и других населенных пунктах в северных регионах Кыргызстана с 2011г. по 2021гг. с учетом регистрации записей инженерно-сейсмометрических станций, расположенных в г. Бишкек ул. Ивановина, д. 83, кв. 29, и ж/м Арча-Бешик, ул. Баба-Ата 81;
- при обследовании более 570 школьных и дошкольных учреждений с ноября 2019г. по апрель 2020г. на территории Жалал-Абадской и Таласской областях в КР.

5. Форма внедрения:

- издание учебного пособия на кыргызском языке «Коопсуз үйлөрдү тургузуу жана тургузулган үйлөрдү бекемдөөнүн ыкмалары»;
- рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцової кладки в сейсмических районах КР;
- методы усиления и утепления вновь построенных и существующих домов, построенные из местных материалов;
- методы оценок объёмно-планировочных и конструктивных решений индивидуальных жилых зданий с позиций обеспечения их сейсмостойкости и соответствия требованиям норм проектирования КР.

Председатель комиссии

Члены комиссии:

Зав. кафедрой «Проектирование и возведение зданий и сейсмостойкое строительство», к.т.н., доцент



А.Ш. Саяков

М.А. Амираев

И.А. Керимбеков



А.Ж. Андашев

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Государственного института
сейсмостойкого строительства
и инженерного проектирования ГААС
и ЖКХ при Кабинете Министров
Кыргызской Республики, к.т.н.

 К.И. Кенжетаев

« 22 » 09 2023 г.

АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы

1. Автор внедрения: Маматов Жаныбек Ысакович.

2. Наименование научно-исследовательской работы: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения на тему: «Моделирование процессов повреждаемости и разрушения малоэтажных зданий».

3. Краткая аннотация:

- в рамках Глобальной программы по созданию более безопасных школ проведено обследование более 500 школ на территории Кыргызской Республики;
- разработана классификационная типизация жилых малоэтажных домов, построенных из местных материалов по результатам натуральных обследований в г. Бишкек и других местах страны по последствиям сильных землетрясений;
- разработана классификация повреждений и дефектов, описаны причины повреждений и разрушений малоэтажных зданий, построенных из местных материалов;
- впервые построена математическая модель процессов повреждаемости малоэтажных зданий с позиций синергетики;
- проведено экспериментальное исследование сейсмостойкости и устойчивости моделей малоэтажных домов при воздействии на них искусственных разрушительных сейсмических воздействий, генерируемых сейсмической платформой;
- разработан комплекс практических рекомендаций по усилению типовых уязвимых узлов строений с конструктивными решениями с целью обеспечения их сейсмической безопасности.

4. Эффект от внедрения:

- разработанные рекомендации, руководства, учебное пособие, брошюры на кыргызском языке, буклеты способствуют повышению знаний в области обеспечения сейсмостойкости строительства, или использовании индивидуальными застройщиками и самыми широкими слоями населения;
- результаты исследований служат в качестве методического пособия для частных застройщиков, мастеров-уста, органов местного самоуправления, а также специалистов, выполняющих исследования и практические разработки сейсмической безопасности и сейсмостойкого строительства, специалистов департамента жилищно-гражданского строительства, инспекции ДАСК и АПУ, подразделений МЧС, проектных организаций при обеспечении качества и сейсмостойкости строительных объектов, безопасности их эксплуатации;

- результаты исследований способствуют решению прикладных задач, отраженных в Государственной программе «Сейсмическая безопасность в Кыргызской Республике», по рациональному и адресному распределению имеющихся ресурсов страны.

5. Место и время внедрения: Комиссия в составе председателя, директора Государственного института сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования ГААС и ЖКХ при Кабинете Министров Кыргызской Республики Кенжетаева К.И. и членов комиссии: начальника управления «Сейсмостойкое строительство» Дуйшеева А.А. и заведующего отделом «Инженерного обследования зданий и сооружений» Канболотова К.Т. свидетельствует о том, что при проектировании и обследовании объектов жилищно-гражданского назначения были реализованы научные результаты, полученные в докторской диссертации Маматова Ж.Ы.:

- при обследовании более 570 школьных и дошкольных учреждений с ноября 2019г. по апрель 2020г. на территории Жалал-Абадской и Таласской областях в КР;

- при обследовании индивидуальных жилых домов в жилмассивах вокруг г. Бишкек и других населенных пунктах в северных регионах Кыргызстана с 2011г. по 2021гг. с учетом регистрации записей инженерно-сейсмометрических станций, расположенных в г. Бишкек ул. Иваницина, д. 83, кв. 29, и ж/м Арча-Бешик, ул. Баба-Ата 81;

- при инженерном анализе последствий землетрясений 5 октября 2008 г. в селе Нура Ошской области, 20 июля 2011 г. в селе Кан Кадамжайского района Баткенской области;

- при издании учебного пособия на кыргызском языке «Коопсуз үйлөрдү тургузуу жана тургузулган үйлөрдү бекемдөөнүн ыкмалары» - 2017г., в количестве 1800 с грифом МОиН, которые распространены по всем библиотекам ВУЗов КР.

5. Форма внедрения:

- конструкторские документации, составляющие основу для обеспечения сейсмостойкости наиболее массовых жилых зданий, построенных из местных материалов;

- учебное пособие на кыргызском языке «Коопсуз үйлөрдү тургузуу жана тургузулган үйлөрдү бекемдөөнүн ыкмалары»;

- рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцово-кладки в сейсмических районах КР;

- методы усиления и утепления вновь построенных и существующих домов, построенных из местных материалов;

- методы оценок объёмно-планировочных и конструктивных решений индивидуальных жилых зданий с позиций обеспечения их сейсмостойкости результатам комплексного обследования.

Председатель комиссии
Члены комиссии:

Зав. кафедрой «Проектирование и возведение зданий и сейсмостойкое строительство», к.т.н., доцент



К.И. Кенжетаев
А.А. Дуйшеев
К.Т. Канболотов

А.Ж. Андашев

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по академической
работе КГТУ им. И.Раззакова

Р.Ш.Элеманова

« 25 » 20 23 г.



АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы

1. **Автор внедрения:** Маматов Жаныбек Ысакович.

2. **Наименование научно-исследовательской работы:** диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения на тему: «Моделирование процессов повреждаемости и разрушения малоэтажных зданий».

3. **Краткая аннотация:**

- учебное пособие «Рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцово́й кладки, в сейсмических районах Кыргызской Республики» содержат материалы по технологии изготовления саманных блоков и сырцовых кирпичей и материалы по объемно-планировочному и конструктивному решению зданий с несущими стенами из саманно-сырцово́й кладки, а также рассмотрены особенности проектирования глинобитных зданий при воздействии сейсмических нагрузок интенсивностью 7-8 баллов;

- учебное пособие на кыргызском языке «Коопсуз үйлөрдү тургузуу жана тургузулган үйлөрдү бекемдөөнүн ыкмалары». В этой книге написано о том, как построить безопасные дома из местных материалов и обеспечить их долговечность и прочность. Показаны способы укрепления построенных домов и различные способы этого. Кроме того, представлены примеры последствий землетрясения и даны рекомендации, как их избежать и как принять профилактические меры в строительстве;

- учебное пособие «Основы архитектурно-строительного проектирования и сейсмостойкое строительство», приведены основные понятия о зданиях и сооружениях и их классификация с учетом архитектурно-планировочных решений. Основные требования к зданиям и сооружениям и другие условия, которые подробно изложены в нормативных документах по строительству. А также, изложены основные понятия о свойствах грунта и необходимые расчетные формулы для расчета о возможности посадки здания на данном участке. Физико-механические свойства грунтов и основных материалов, которые часто встречаются в строительной области при различных воздействиях внешних сил. Основные сведения и требования сейсмостойкого строительства;

- учебное пособие «Технология возведения зданий и сооружений», рассмотрены современные требования к техническом регулировании и нормализации технологии возведения зданий и сооружений, а также к особенностям разработки технологических проектных документаций и проведении работ подготовительного периода, технологии земляных работ, приведением их классификации, требований к земляным сооружениям, а также особенности

строительства монолитных, каменных, деревянных и крупнопанельных зданий, возведения одноэтажных, многоэтажных, высотных зданий и сооружений типа мачт и башен.

4. Эффект от внедрения:

- разработанные рекомендации, учебное пособие на кыргызском языке, буклеты способствуют повышению знаний выпускников в области обеспечения сейсмостойкости строительства, или использовании индивидуальными застройщиками и самыми широкими слоями населения;
- учебное пособие «Основы архитектурно-строительного проектирования и сейсмостойкое строительство» способствуют повышению знаний выпускников по направлению «Строительство», так и для проектировщиков;
- учебное пособие «Технология возведения зданий и сооружений» способствуют повышению знаний выпускников по всем профилям по направлению «Строительство».

5. Место и время внедрения: Комиссия в составе: председателя – д.т.н., профессора, проректора по науке КГТУ Б.Т. Торобекова, членов: к.т.н., доцента, начальника Учебного управления КГТУ К.М. Дыканалиева, к.т.н., доцента, заместителя директора по учебной работе КИСИ им. Н. Исанова М.К. Жылкычиева, составила настоящий акт о том, что основные положения диссертационного исследования Маматова Жаныбека Ысаковича на тему: «Моделирование процессов повреждаемости и разрушения малоэтажных зданий» используются с 2011 года при подготовке учебно-методических материалов, а также при проведении лекционных, лабораторных и практических занятий по учебным дисциплинам «Основы архитектуры и строительных конструкций», «Архитектура промышленных и гражданских зданий», «Сейсмостойкость зданий и сооружений», «Технология строительного производства» и «Основы технологии возведения зданий».

6. Форма внедрения:

- учебное пособие на кыргызском языке «Коопсуз үйлөрдү тургузуу жана тургузулган үйлөрдү бекемдөөнүн ыкмалары», 2017 г. с грифом МОиН КР;
- учебное пособие «Рекомендации по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцово́й кладки, в сейсмических районах Кыргызской Республики», 2011 г.;
- учебное пособие «Основы архитектурно-строительного проектирования и сейсмостойкое строительство», 2015 г.;
- учебное пособие «Технология возведения зданий и сооружений», 2020 г.

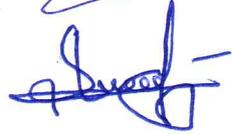
Председатель комиссии:

Проректор по науке КГТУ, д.т.н., профессор  Б.Т. Торобеков

Члены комиссии:

Начальник Учебного управления КГТУ,
к.т.н., доцент  К.М. Дыканалиев

Зам. директора КИСИ им. Н. Исанова,
к.т.н., доцент  М.К. Жылкычиев

Зав. кафедрой «Проектирование и
возведение зданий и сейсмостойкое
строительство», к.т.н., доцент  А.Ж. Андашев