

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ
институт

Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.Н. Шibaева
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Исследование работы деревянных конструкций зданий в сейсмических
районах

тема

08.04.01 Строительство

код и наименование направления подготовки

08.04.01.03 «Теория и проектирование зданий и сооружений»

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	_____	к.т.н., зав. каф.	Г. Н. Шibaева
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		Ю. В. Соловьева
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	Гл. инженер НО	А. В. Куранов
	подпись, дата	«МЖФ г. Абакана»	
		должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		Г.Н. Шibaева
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Абакан, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Современное состояние исследуемого вопроса.	8
1.1. Общие положения	8
1.2. Степень разработанности проблемы.....	10
1.3. Анализ землетрясений в Республике Хакасия	10
1.4. Анализ поведения деревянных зданий во время землетрясений и методы повышения их сейсмостойкости	23
1.5. Выводы по главе:	37
2. Оценка сейсмостойкости деревянного здания с использованием существующих методов расчета.	38
2.1. Методология проведения теоретических и экспериментальных исследований деревянных конструкций при сейсмическом воздействии. ...	38
2.1.1. Методика обследования строительных конструкций:	38
2.1.2. Методы расчетов на сейсмическое воздействие:	44
2.2. Определение сейсмической нагрузки	46
2.2.1. Статическая теория сейсмостойкости	46
2.3. Динамический расчет деревянных конструкций	47
2.4. Линейно-спектральная теория сейсмостойкости	49
2.5. Метод интерации подпространства	50
3.1 Общие положения	50
3.2. Материалы и методы исследования деревянных конструкций	55
3.2.3. Техничко-экономические показатели	69
3.3. Выводы по главе.....	73
4. Рекомендации для повышения сейсмоустойчивости конструкций и зданий в целом.....	73
4.1. Микросейсморайонирование	73
4.2. Паспортизация объектов	75
4.3. Методы повышения сейсмостойкости по конструктивным решениям деревянных зданий.....	76
4.3.1. Конструктивные решения: Бревенчатые и брусчатые здания	76

4.3.3 Конструктивные решения: здания каркасного типа.....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	81
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

Наша страна богата лесными ресурсами, что детерминировало технико-экономическое обоснование широкого использования древесины в качестве одного из ведущих строительных материалов. [1] [2]

Землетрясение, одно из стихийных бедствий, которое занимает одно из первых мест по своим разрушительным последствиям и количеству человеческих жертв. В некоторых странах, подверженных сейсмической активности, последствия землетрясений являются частью государственного бюджета. Высокоразвитые страны, в сейсмически активных районах, пытаются смягчить последствия систематического сейсмического надзора, строительства сейсмостойких сооружений, долгосрочных и среднесрочных сейсмических прогнозов и превентивных мер для повышения безопасности населения и производственной инфраструктуры. [3]

Актуальность:

25% [4] территорий нашего государства являются сейсмоопасными с нормативной интенсивностью землетрясений 7-9 баллов. В данный процент входят такие территории как Сибирь, Дальний Восток, Камчатка и другие. [5] [6] [7].

С 2000 года [8], после актуализации СНиП II-7-81* [9] [10] [11] [12] [13] [14], в Республике Хакасия, в частности, в городе Абакане повысилась расчётная сейсмичность площадки до 7 баллов. Одно из заметных землетрясений в Республике Хакасия, произошедшего в XXI веке, случилось 16 августа 2003 года. Эпицентр землетрясения, был расположен в Республике Алтай, в районе поселка Кош-Агач (350 км юго-восточнее Бийска), на глубине 33 км. Толчки силой до 7,3 баллов по шкале Рихтера. [15] А до областных центров Сибири, в том числе в Абакане, дошли точки мощностью от 1,5 до 4 баллов. В столице Хакасии мощность подземного толчка, по официальным данным, составила 3 балла. Люди замечали такие особенности как: раскачивание люстры в помещении, падения горшков с цветами. Сильнее всего колебания ощущались на верхних этажах. [16]. Одно из

последних землетрясений произошло 02.07.2020 магнитудой 5,6, произошло в 12:15 (местного времени), его очаг залегал на глубине 10 км, эпицентр находился в 193 км от Минусинска в горах Восточного Саяна. [17]

С 2006 по 2010 года в Республике Хакасия действовала республиканская целевая программа «Сейсмобезопасность территории Республики Хакасия», однако сообщалось, что его потенциал не был полностью использован, поскольку средства были предоставлены из федерального бюджета были реализованы на объекты здравоохранения и образования [18].

Около 80 % зданий на территории Республики построены до 2000 года и с применением деревянных конструкций, без учета сеймики. Древесина – это строительный материал, обладающая ценными качествами. Дерево востребовано в строительстве зданий таких назначений как гражданские, производственных, сельскохозяйственных и прочих [19]. В результате остро встал вопрос по усилению существующих конструкций и проектировании новых зданий с учетом сейсмостойкости.

Предметом исследования является сейсмоустойчивость деревянных конструкций.

Объектом исследования являются стропильные конструкции части здания школы расположенной в Республике Хакасия, г. Абакан.

Цель:

расчетно-теоретическое обоснование целесообразности усиления деревянных конструкций в районах повышенной сейсмической активности.

Задачи:

- Провести анализ поведения деревянных конструкций во время землетрясения в соответствии с данными, доступными в литературных источниках;
- Проанализировать способы усиления узлов деревянных конструкций в сейсмоактивных районах;

- получить новые экспериментальные данные, которые полностью отражают реальную работу методов, разработанных для укрепления деревянных конструкций под воздействием кратковременных и долговременных нагрузок;
- Выполнить экспериментальную оценку механических свойств основных элементов и узлов деревянных зданий на статическую и динамическую нагрузки;
- Разработать практические рекомендации по усилению узлов деревянных конструкций в сейсмоактивных районах.

Научная новизна:

Получены новые экспериментальные данные, на основе численного моделирования, отражающие действительную работу усиленных деревянных конструкций при сейсмическом воздействии.

Практическая значимость:

– Результаты исследования могут быть использованы в инженерной практике через проектные, испытательные, обслуживающих организациях при проектировании, обследовании и обслуживании сейсмостойких зданий, способных воспринимать землетрясения без предварительного ремонта и усиления при одновременном снижении экономических затрат на этапах строительства и эксплуатации.

1. Современное состояние исследуемого вопроса.

1.1. Общие положения

Первое землетрясение, зафиксированное в мире, приходится на 596 год до РХ замеченное в Китае (без обозначения места). [20]

Одним из первых, кто занимался наблюдениями за землетрясениями в России, был Николай Бестужев, который после восстания декабристов в 1825 г. был сослан в Сибирь (в 1839 г. каторга была заменена поселением в г. Селенгинске, Иркутской области). Иван Васильевич Мушкетов (1850-1902) занимался вопросами сейсмологии, он является русским геологом, его последователи называют Ивана Васильевича, «отцом российской сейсмологии». В 1893 г. совместно с А. П. Орловым они выпустили «Каталог землетрясений Российской империи», в Восточной Сибири первые упоминания о землетрясениях начинаются с 1700 года г. Нерчинск (Забайкальский край), упоминания о Красноярске с 1806 года, о Минусинском округе с 1856 года, фрагмент книги представлен на рисунке 1. [20]

Основоположником сейсмостойкого деревянного строительства можно считать Андрея Павловича Зенкова, который построил одну из самых высоких деревянных церквей мира. Вознесенский собор (рисунок 2) является образцом сейсмостойкого сооружения, который выдержал Кеминское землетрясение, произошедшее в декабре 1910 году (по старому стилю)- магнитудой 8,2 по шкале Рихтера.

11	20	Красноярскъ	56 1 87	62 33 36	—	1806	2	81	2,47	0,87
2	21	О-въ Атка	—	—	—	1812	3	75	4,0	1,20
10	22	Верхнеудинскъ	51 49 25	77 15 27	—	1825	62	62	100,0	20,56
5	23	О-ва Командорскіе Беринговъ	56 41 43	136 28 30	}	1742	9	145	6,20	6,98
		Мѣдный	Южн. ок. 54 32 41	137 51 11						
10	24	Юго-западная часть озера Байкала (см. Калтукъ)	51 43 21	73 30 31	1308	1828	2	59	3,39	0,63
8	25	Кутомарскій рудникъ (близъ Нерчинска)	—	—	—	1831	1	36	2,78	0,19
10	26	Туркнинскія минеральныя воды	52 58	77 59 30	—	1831	2	56	3,57	0,60
5	27	О-ва Прибылова	—	—	—	1835	2	52	3,85	0,56
1	28	О-въ Ситха	—	—	—	1843	3	44	6,82	0,71
11	29	Дер. Овсянская Красно- ярскаго округа	—	—	—	1849	2	88	5,26	0,41
9	30	Якутскъ	62 1 28	99 22 57	—	1849	2	38	5,26	0,41
9	31	Олекминскъ, Якутской об- ласти	60 22 21	90 19 36	—	1850	1	37	2,70	0,20
10	32	Лиственничная пристань у Байкала	51 48	74 30 4	—	1856	3	31	9,68	0,50
2	33	О-въ Кадыякъ	—	—	—	1857	1	30	3,33	0,16
11	34	Минусинскій округъ	—	—	—	1856	5	31	16,13	0,83
	35	Окрестности Гусинаго озе- ра, Загустай и Тамчин- ская степь	—	—	—	1860	2	27	7,41	0,29
8 (1)	36	Акатуй	Алекса	ндровска	го	1861	1	26	3,85	0,14
8 (1)	37	Айгачай	—	—	—	1861	1	26	3,85	0,14
10	38	Ладья рѣки Селенги	—	—	—	1861	1	26	3,85	0,14

Рисунок 1 - Вырезка из книги "КАТАЛОГЪ ЗЕМЛЕТЯСЕНІЙ РОССІЙСКОЙ ИМПЕРІИ.



Рисунок 2 - Вознесенскій кафедральный Собор. Архитектор А. Зенков [21]

1.2. Степень разработанности проблемы

Строительство деревянных зданий стабильно из года в год и занимает одну из основных позиций. В связи с этим весьма актуальна тема сейсмостойкости деревянных зданий в районах повышенной сейсмической активности, при одновременном снижении стоимости строительства деревянных зданий. [22]

В данное время особое внимание акцентируется на экологии и экологичных материалах. Вопросы разработки, экспериментального и теоретического исследования деревянных конструкций посвящены работы многих авторов, как отечественных, так и зарубежных.

Над темой деревянных конструкций в Красноярском крае работают такие учёные как Инжутов И.С., Деордиев С.В., Лях Н.И, Ермолин В.Н., Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Рожков А.Ф., Хорошавин Е.А. Сейсмобезопасностью и сейсмостойким строительством в Красноярском крае занимались Абовский Н.П., Палагушкина В.И.

Деревянными конструкциями занимаются такие ученые, как В.И. Жаданов, Д.А. Украинченко, В.Е. Афанасьев, В.И. Смирнов, Ю.А. Бержинский и др

Изучения в области сейсмостойкости древесных систем обнаружили отражение в работах российских и иностранных научных работников С. В. Полякова, Т. И. Белинской, Г. Э. Шабинского, И. В. Жаворонкова, М. Е. Трошева, С. Г. Констатинова, Л. А. Соколова и др.

1.3. Анализ землетрясений в Республике Хакасия

В Российской Федерации более 25 млн. человек, это почти 29 регионов, подвержены действию разрушительных толчков Земли. Сейсмические толчки это одно из самых опасных стихийных явлений природы. Вред от землетрясений значителен, его приравнивают к суммарному ущербу от всех

иных природных катастроф. С увеличением населения и урбанизации территорий, угрозы от землетрясений, как в экономическом, так и в социальном плане, во времени только растут. Люди должны знать, особенно те кто живут на сейсмоопасных территориях, что они защищены и как они защищены от сильных землетрясений. Задачей специалистов разных областей задействованных и связанных с землетрясениями: сейсмологов, специалистов по сейсмостойкому строительству и служб защиты при ЧС, является изучить сейсмическую опасность территории – является возможность оценить риски и предложить перечень первостепенных мероприятий по уменьшению сейсмического риска и повышению готовности к ликвидации последствий землетрясений. Важно совершенствовать и аккумулировать опыт предыдущих землетрясений для уменьшения количества жертв и экономических убытков. [23]

Затем проводят анализ сейсмического риска территории, разрабатываются карты, которые послужат основой для принятия мер по минимизации экономических, экологических и общественных потерь на территории. В реально время эти карты разрабатываются для наиболее подверженных землетрясениям населенных пунктов в РФ. Одной из причин этого, является отсутствие единой методики оценки сейсмического риска, основанной на системном подходе, комплексно охватывающем проблемы оценки сейсмической опасности территорий, уязвимости их элементов, а также ущербов и потерь при землетрясениях.

Сейсмическая угроза региона считается фундаментальным компонентом оценки сейсмического риска. Он состоит из интенсивности, повторяемости и ряда иных спектральных характеристик сейсмических колебаний грунтов. Различные территории РФ имеют разную сейсмическую угрозу. Статистика имеет возможность отличаться. Сильные землетрясения и уровень изученности территорий этих земель.

В связи с этим вполне вероятно и целесообразно классификацию сейсмоопасных районов:

- Малоизученные (территории, на которых основан проект, основаны только на картах сейсмических зон);

- Средний рост (сайт, на котором имеются дополнительные карты сейсмического зонирования и специфическая характеристика синтезированной акселерограммы)

Высоко изученные территории (территории, на которых были разработаны карты сейсмического риска, имеется необходимый набор инструментов и синтетических записей о землетрясениях) [23]. [3]

Большая часть территории Республики Хакасия в настоящее время имеет отличительную особенность, повышенный уровень сейсмичности. При опасности катализации и усиления возможных деструктивных процессов последствия землетрясений, развивающихся в опасных геологических условиях, процессы природного и природно-техногенного характера, определяющие групповые задачи: обеспечение сейсмической защищенности населения и стабильность материально-технических объектов в границах характеристик дозванного риска, значение которых обязаны быть дифференцированы по всей территории Республики Хакасия.

Подсчитано, что от 60 до 90 % зданий уже построенных и других сооружений должны быть классифицированы как не сейсмостойкие.

Недостаточная надежность сейсмологического прогноза является принципиальной, она не будет устранена в ближайшие десятилетия, так как природа сейсмическая активность чрезвычайно сложна, не до конца понята и недостаточно изучена, несмотря на несомненные и значительные достижения мировой и отечественной науки. Кроме того, проблема осложняется тем, что крупномасштабная человеческая деятельность (добыча полезных ископаемых, строительство гидротехнических сооружений, водохранилищ и др.), которая воздействует на природу и человека как непосредственно, так и через провокацию природные сейсмические явления в напряженных участках земной коры [18].

В настоящее время (изменения в свод правил 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах, начиная с 27.06.2020) оценка сейсмической угрозы на территории РФ ведется с внедрением карт сейсмических зон, разработанных под научным управлением и наблюдением и в согласовании с редакцией М. И. Богданова и В. И. Уломова (комплект карт ОСР-16, 2016), в этой диссертация представляет собой ОСР-2016 А рисунок 3.

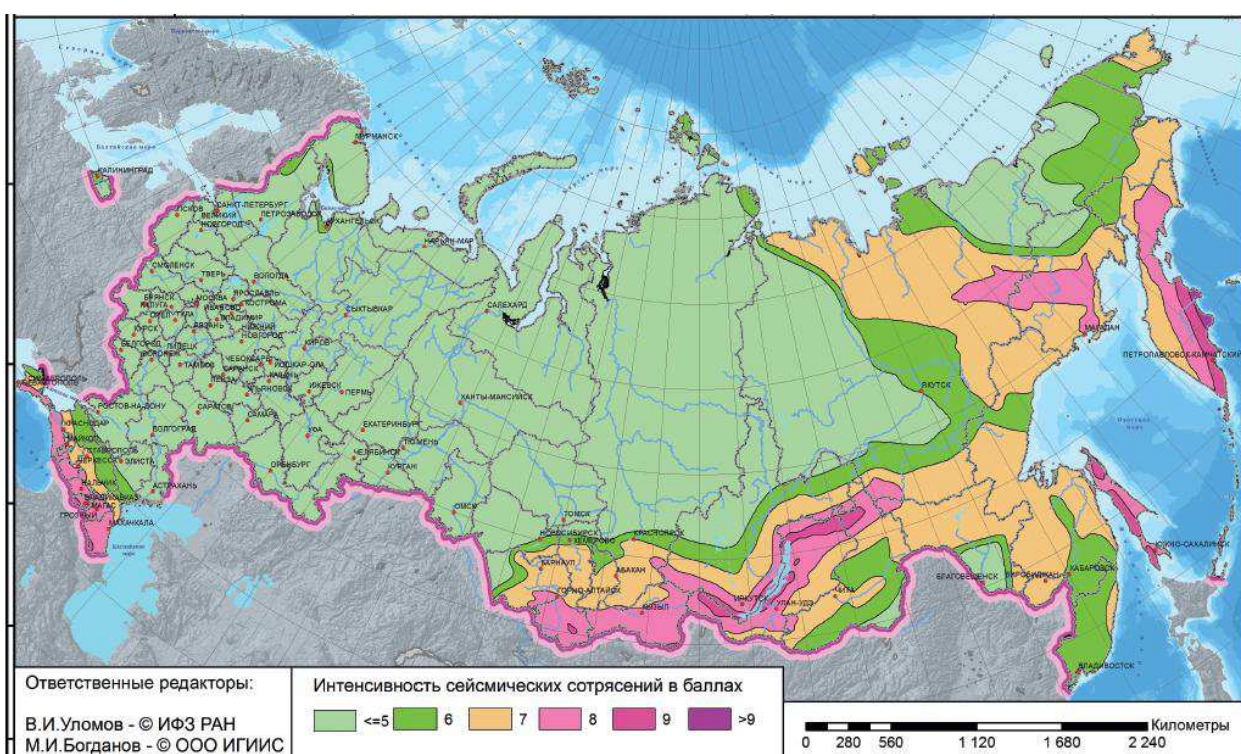


Рисунок 3 - ОСР -2016-А. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации. Максимальная интенсивность сейсмических сотрясений (I, баллы) 10%-ная возможность превышения расчетной интенсивности в течении 50 лет (этап повторяемости сотрясений -500лет)

Благодаря им возможно квалифицировать сейсмический балл для определенной территории в согласовании с определенным периодом и требованиями, обеспечивающими надежность и сейсмическую защищенность объекта. Впрочем данный расклад обобщен и выполняется без привязки к геологическим условиям места, а также на основе вероятного

анализа прошлых землетрясений (рис. 4 и 5, а ранее они были разделены на тектонически зоны рис. 6, где Республика Хакасия, Республика Тыва (Тува) и Юго-Восток Красноярский край был отнесен к Кузнецко-тувинскому сектору, Алтай- Саянская область . Правильным решением проблемы является проведение сейсморазведки микрорайонирование каждого населенного пункта, но для этого требуется значительные средства и время.

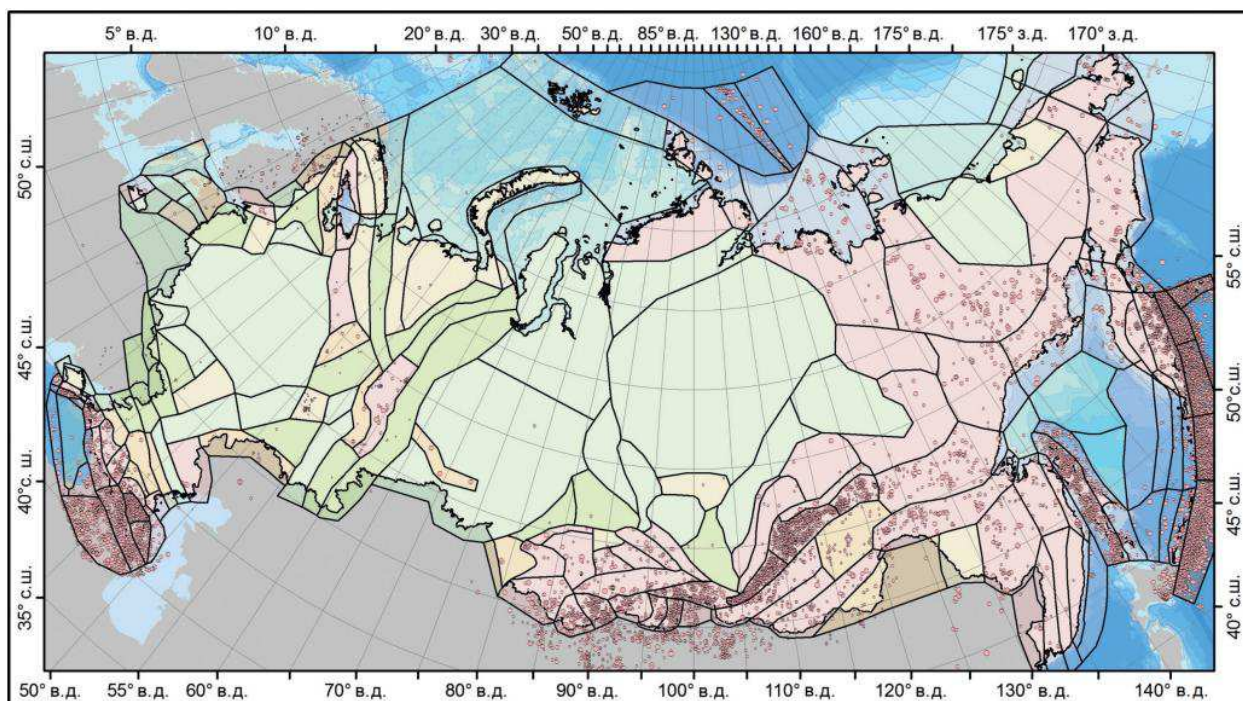


Рисунок 4 - Нанесены эпицентры землетрясений с $M \leq 5,5$, включенных в СКЗ

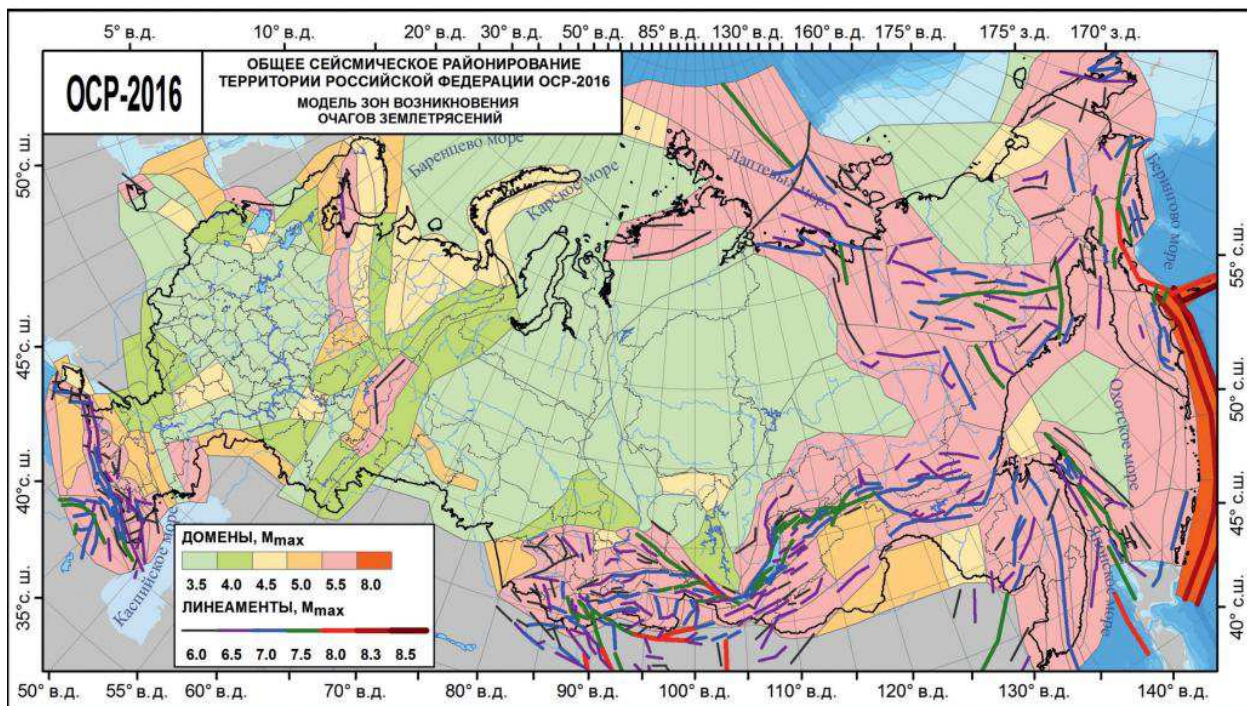


Рисунок 5 - Модель зон ВОЗ, положенная в основу при разработке карт ОСР-2016

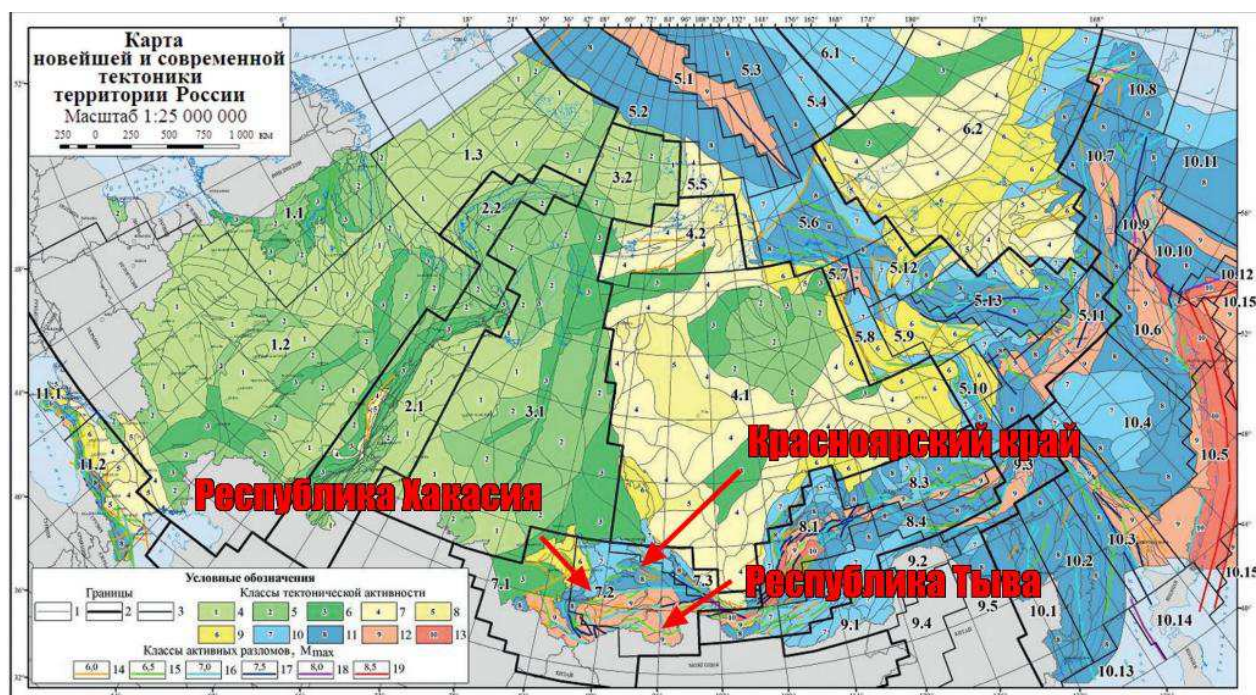


Рисунок 6 -Карта новейшей и современной тектоники территории России.

Для [24] того чтобы более глубоко изучить тему землетрясений и других процессов в литосфере, разрабатываются карты геодинамики (активности) возбуждения верхней мантии. По интегральному показателю карты геодинамической активности литосферы, предложенный учеными К.Г. Леви, Н.А. Логачев, С.И, Шерман, отражающий связь между геолого-физическими параметрами на поверхности земли.

Землетрясения наносят значительные изменения верхней части литосферы. Хрупкая часть литосферы несет об очагах землетрясений из-за деформации и движения определённого объема литосферы, а также при резких движениях и разрывах в области очага. Если другие условия равны, то магнитуда пропорциональна скорости деформаций, мощности деформируемого слоя, размерам области накопления напряжений, размерам структур, глубине очага и другим параметрам. Стоит подчеркнуть, что интенсивность тектонического процесса в литосфере пропорциональна потенциальной магнитуде землетрясений. В связи с этим зафиксированную ранее максимальную магнитуду землетрясений в каком-либо определенном районе можно рассматривать как сейсмический потенциал, т.е. как одно из комплексных физических характеристик геодинамики литосферы.

В таблице 1 мы можем увидеть геодинамическую активность литосферы расположенной в Сибири и ее сейсмический потенциал.

Таблица 1 – Геодинамическая активность литосферы Сибири и ее сейсмический потенциал.

Интегральный показатель геодинамической активности литосферы (Логачев и др.)	Максимальная магнитуда зарегистрированных землетрясений	Сейсмический потенциал	
		Балл	Его экспертная оценка
1	<5.7	<6	<120
2	5.7-6.5	6-7	120-140

3	6.5-7.0	7-8	140-160
4	7.0-7.3	8-9	160-180
5	>7.3	>9-11	>180

В данной таблице (таблица 1) сейсмический потенциал, помимо 12-ти бальной шкалы MSK-64 трансформирован еще в экспертную шкалу, для последующего полуколичественного принципа возведения, основанного на экспертных оценках. [25]

Геодинамические моменты и их экспертные оценки возможно поделить на 2 генетические группы, для начала геолого-физическую, во-2-х, инженерно- геологическую и гидрологическую, которые воздействуют на проявления сейсмичности в регионах и ее общественные результаты.

Таблица 2 – Сейсмическая интенсивность и ее экспертная оценка

Сейсмическая интенсивность балл (по MSK-64, ММMSK-92, с уточнением)	Сумма экспертных оценок по геодинамическим факторам	Относительная устойчивость территорий для прогноза необходимой сейсмостойкости сооружений
12-11	240-220	Весьма неустойчивая (непригодна)
10-9	200-180	Весьма неустойчивая
8-7	160-140	Неустойчивая
6-5	120-100	Устойчивая
4-3	80-60	Весьма устойчивая
2	20	Тоже

С 2000 года Республика Хакасия содержит предсказуемую сейсмическую напряженность 7-8 баллов, но имеют все шансы происходить и больше мощные землетрясения, но или с низкой возможностью, или на землях, где плотность населения относительно невысока [9].

В России с 25 сентября 2001 года была введена федеральная целевая программа «Сейсмобезопасность территории России (2002-2010гг) (с изм. На 11 ноября 2006 г.).

На основании данной федеральной программе была утверждена республиканская целевая программа «Сейсмобезопасность территории Республики Хакасия» на 2006-2010гг (Закон Республики Хакасия от 28.06.2006г №29-ЗРХ Об утверждении Республиканской целевой программы «Сейсмобезопасность территории Республики Хакасия» на 2006-2010гг (фактически утратил силу).

Как видно из рис. 6, в котором показаны землетрясения магнитудой более 3 на Алтае и Саянах ежегодно происходят землетрясения. Самыми крупными за этот период были:

- Чуйское произошло 27.09.2003г
- Тувинское землетрясения (27.12.2011 и 26.02.2012 гг).

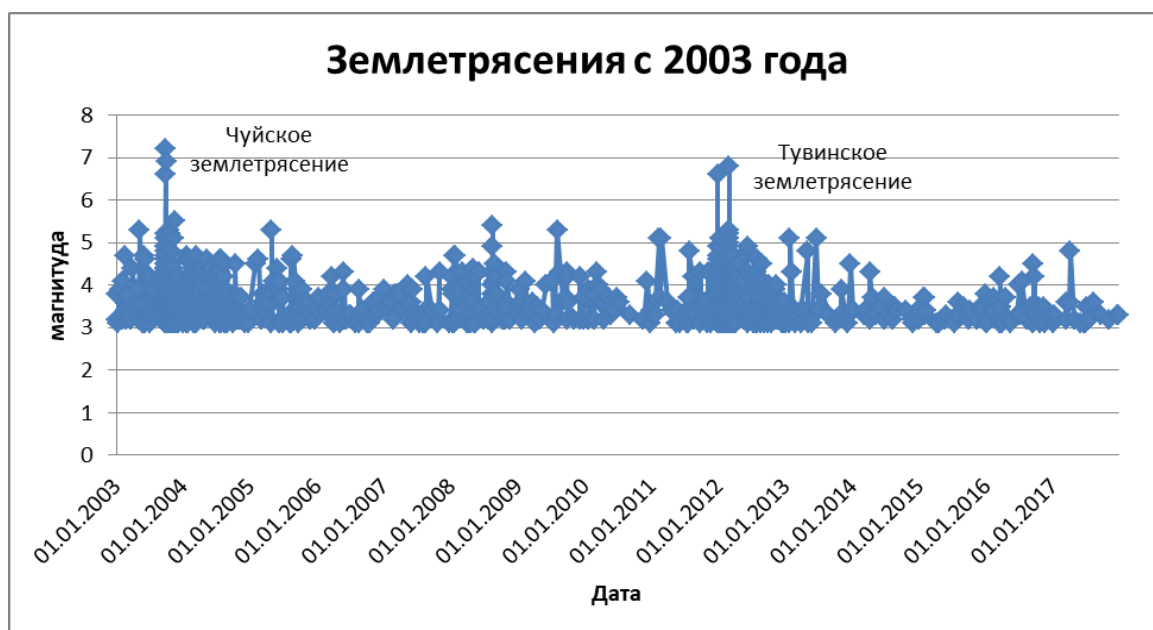


Рисунок 6 - Статистика землетрясений в Алтайско-Саянском регионе с магнитудой более 3

При этом Чуйское землетрясение в сентябре 2003 года ($M_S \approx 7.3$) сопровождалось афтершоковым процессом. В Чуйско- Курайской зоне с 2002 г. и далее ежегодно проводились работы при которых использовались временные сети станций. Зоне данного землетрясения уделялась пристальное внимание, при этом выбор участков для каждого полевого сезона диктовался сейсмическими режимами Алтая. На рисунке 4 показано, как упавшая во время землетрясения скала разрушила дом на стоянке чабанов. [26]



Рисунок 7 - Чуйское землетрясение. Горный Алтай.

К сети Красноярского научно-исследовательский инст. геологии и минерального сырья (ГПКК КНИИГиМС), г. Красноярск (Krasnoyarsk Research Institute of Mineral Resources, Krasnoyarsk), относятся 19 станций 9 из которых работают на данный момент.

№	Код станции		Название станции	Код сети	Широта, гр. N	Долгота, гр. E	Высота станции, м.	Дата открытия, дд.мм.гггг	Дата закрытия, дд.мм.гггг
	международный	региональный							
1	ABNR	ABN	Абакан	KRAR	53.725	91.435	125	29.10.2003	
2	BLRR	BLR	Большая Речка	KRAR	53.0383	92.4282	558	23.02.2005	
3	DVG	DVG	Дивногорск	KRAR	55.9561	92.4036	250	18.12.2001	09.04.2013
4	HVS	HVS	Хову-Аксы	KRAR	51.1358	93.7022	1075	31.03.2006	
5	KDN	KDN	Кодинск	KRAR	58.591	99.192	300	28.09.2007	14.01.2014
6	KRAR	KRS	Красноярск	KRAR	56.012	92.8729	127	24.12.1999	
7	KTRR	KTR	Кутурчин	KRAR	54.9377	94.2144	350	26.11.2004	02.11.2016
8	KZLR	KZL	Кызыл	KRAR	51.705	94.4538	603	18.02.2002	02.11.2016
9	ORY	ORYE	Орье	KRAR	55.0031	95.1089	378	19.03.2004	
10	SHRR	SHR	Шира	KRAR	54.4928	90.1614	391	26.06.2000	
11	TBRR	TBR	Тиберкуль	KRAR	53.8832	93.7438	400	08.06.2004	
12	TBTR	TBT	Табат	KRAR	52.9291	90.7201	518	27.05.2005	
13	ZLNR	ZLN	Зеленогорск	KRAR	56.119	94.5175	250	27.04.2005	15.01.2014
14	-	JZD	Железногорск	KRAR	56.2229	93.5333	136	31.07.2015	
15	-	KRG	Курагино	KRAR	53.882	92.678	257	04.12.2013	16.09.2016
16	-	SGP	Сарыг-Сеп	KRAR	51.4919	95.5475	719	27.04.2007	30.04.2011
17	-	SGR	Шагонар	KRAR	51.5307	92.9109	559	20.03.2006	01.01.2009
18	-	SGT	Самагалтай	KRAR	50.6535	95.3341	1123	17.04.2007	30.04.2011
19	-	TRN	Туран	KRAR	52.2404	93.7105	1014	01.04.2006	30.04.2011

Рисунок 8 - Список станций ГПКК КНИИГиМС

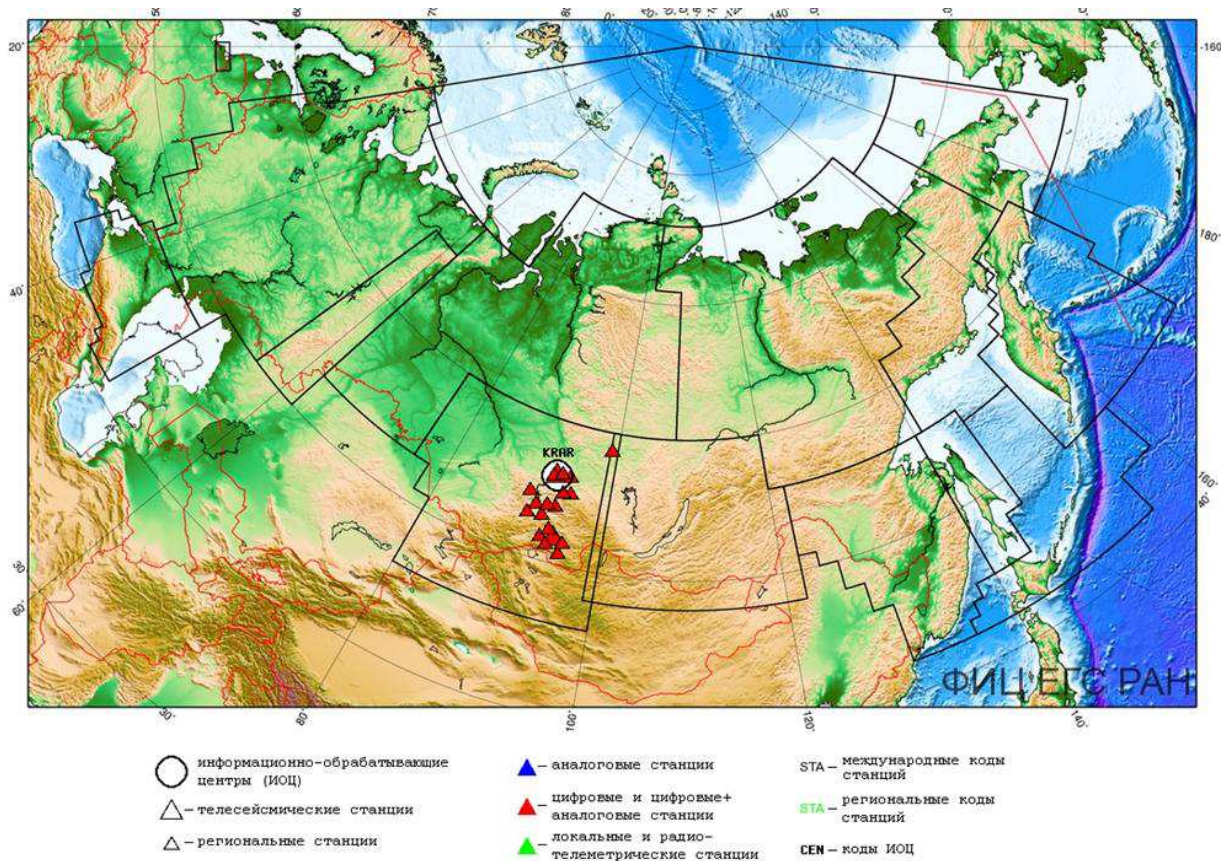


Рисунок 9 - Расположение станций ГПКК КНИИГиМС [27]

Таблица 3 - Сведения об землетрясениях с 2003 года по 2019 год

№	Название	Дата и время (GMT)	Магнитуда землетрясения	Интенсивность сотрясений	Примечание
1	Синеборское	24.01.03 21:35:20	4,3 ¹	–	Удаление эпицентра ² 290
2	Алтайское	16.08.2003	7,3		
3	Чуйское (Алтайское)	27:09:03 11:33:31	7,3	3-4	Удаление эпицентра 750
4	Афтершок Чуйского	01.10.03 01:03:22	6,9	3	Удаление эпицентра 710
5	Кулижинское	08.05.04 08:53:06	4,2	2-3	Удаление эпицентра 205
6	Солгонское	01.02.07 15:17:41	3,5	–	Удаление эпицентра 110
7	Белинское	16.08.08 04:01:04	5,5	2	Удаление эпицентра 550
8	Култукское	27.08.08 01:35:34	6,4	2-3	Удаление эпицентра 850
9	Крольское	24.03.09 11:08:16	3,6	2-3	Удаление эпицентра 145
10	Агардакское	04.08.09 16:20:39	5,0	2-3	Удаление эпицентра 645
11	Ермаковское	10.02.11 05:35:17	5,1	2-3	Удаление эпицентра 430
12	Тувинское I	27.12.11 15:21:55	6,7	3-4	Удаление эпицентра 515
13	Тувинское II	26.02.12 06:17:16	6,8	4	Удаление эпицентра 505
14	Северо-Таннуольское	30.04.13 01:03:32	5,4	–	Удаление эпицентра 520
15	Охотское	24.05.13	7,8	2	Удаление

		05:50:38			эпицентра 3 700
16	Бачатское	18.06.13 23:02:10	5,3	–	Удаление эпицентра 480
17	Абаканское	21.12.13 17:51:50	4,9	2	Удаление эпицентра 420
18	Сорск [28]	10.04.2014г 10:48	4,1		
19	Республика Тува, Красноярский край, Монголия, Бурятия, Забайкальский край, Алтайский район, Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская Область	С 11.03.2014 по 29.04.2014	Не значит.	Не значит.	Самые мощные за этот период произошли: 19.04.2014 Республика Алтай интенсивность ю 5б в 03:00; 06.04.2014 Республика Алтай 6б 23:07.
20	Таштыпского района Хакасии	03.09.2015г 22:30	4,7	6	
21	Шира [29]	24.08.2016 г 21:03	3,7	4-5	
22	Китай [29]	09.08.2017		8-9 (в эпицентре)	
23	Кемеровская область координаты 53.07 градуса северной широты и 87.70 градуса восточной долготы и находился в 37 км к северу от Таштагола	31.07.2019 02:07мск	3.6	4.3	Кроме того, в 00:05 мск, 01:30 мск, 02:02 мск в этом же районе зафиксированы подземные толчки магнитудой от 2,5 до 2,9.

Как видно из таблицы 3, что Республика Хакасия, находится в активном сейсмическом районе. Особо ощутимыми толчками Земли были 2 землетрясения, очаговые зоны которые находятся на юге Красноярского края: Караганское произошедшее в октябре 2000 г., в 180 км на юго-восток от г. Красноярска, $M_S=5.5$, энергетический класс $K=13.6$; Синеборское которое произошло в январе 2003 года в регионе возле п. Шушенское $M_S=3.75$, энергетический класс $K=10.8$. Оба эти действия сделали интенсивность сотрясений в Красноярске, Канске, Ужуре, Железногорске от 3 до 4 баллов. [30]

В Республике Хакасия эксплуатируется значительное количество зданий введенных в эксплуатацию до того как вступил в силу актуализированный Свод правил Строительства в сейсмических районах [10] в 2000 году, то есть данные здания возведены без какого-либо антисейсмического усиления. Это еще более усугубляется тем, что часто не соблюдаются условия эксплуатации объектов, в частности, происходит замачивание оснований зданий, особенно в районах с неблагоприятными грунтами, что, в свою очередь, ведет к уменьшению сейсмостойкости зданий и сооружений. [31]

1.4. Анализ поведения деревянных зданий во время землетрясений и методы повышения их сейсмостойкости

Россия одна из ведущих стран по количеству лесных ресурсов, половина страны, а это почти 12,3 млн. км², занимает лесные площади. В Сибири и Дальнем Востоке, а также в северных районах европейской части страны расположено около $\frac{3}{4}$ части лесного хозяйства России. Ведущими породами дерева являются хвойные, например, лиственница – 37%, это почти $\frac{1}{4}$ площади всех наших лесов, ель и пихта-20%, сосна -19%, а кедр - 8%. Наиболее распространенной породой является береза, она занимающая около $\frac{1}{6}$ от общей площади лесов.

По округленным данным запасы древесной породы в лесах РФ составляют около 80 млрд. м³, при всем этом каждый год заготавливается около 280 млн. м³. деловой древесной породы, то есть подходящей для производства конструкций и изделий. Но это число далеко не исчерпывает естественного годового прироста древесины в удаленных районах Сибири и Дальнего Востока.

Заготовки леса определенной длины доставляются авто, железнодорожным и водным транспортом или сплавом по рекам или озерам на деревообрабатывающие заводы. Где из него изготавливают конструкции и строительные детали, фанеру и т.д. При лесообработке и заготовке образуются отходы, которые в дальнейшем возможно эффективно использовать для изоляционных древесноволокнистых и древесностружечных плит, вторичная обработка, разрешает сберегать большую численность деловитой древесной породы.

Хвойная древесина применяется в основном для изготовления элементов деревянных конструкций и строительных деталей. Из-за меньших дефектов, например, меньшее количество сучков, прямые и высокие стволы деревьев, позволяют получать прямолинейные пиломатериалы с минимизированным количеством пороков. Особенности хвойной породы в смоле, благодаря которой она сопротивляется загниванию и увлажнению.

А в сравнении с хвойным лиственный древесный материал большинства пород менее прямолинейен и имеет больше сучков и подвержена загниванию. В связи с этим ее применение ограничено, и не востребовано при производстве основных элементов деревянных строительных конструкций.

Дуб имеет повышенной прочностью и стойкостью к загниванию, но из-за дороговизны и распространенности, используется только для небольших соединительных деталей.

К твердым лиственным породам относят березу, основное применение для изготовления строительной фанеры, одна из слабых сторон –это загнивание. [32]

Исторически сложилось, что для россиян дерево имеет особое значение: его применяли в религии (как у язычников, так и у православных), выполняли изделия от посуды до строительства священных зданий церковей или для строительства простой изгороди. [33] Особенность нашей страны в лесных ресурсах, которые также является экологичным материалом, значительная часть древесины используется в строительстве. Вырастают объемы производства, расширяется сфера внедрения строительных конструкций и элементов из дерева. В настоящее время создана отечественная индустрия «деревостроения». Применения изделий из деревянных материалов очень широко, например: производят древесные системы, жилища, мобильные строения, паркетные доски и щитовой паркет, столярные изделия и погонажные подробности, встроенную мебель, древесно- стружечные, древесноволокнистые, цементно-стружечные и гипсостружечные плиты, гипсокартонные листы, арболит и другую продукцию. [33]

Дерево, как строительный материал, имеет самую длинную историю. От первобытных людей, которые строили примитивные дома, до современных зданий. Распределение древесины в истории строительства определяется ее общей распространенностью и простотой обработки. В истории мы можем видеть, как с развитием науки происходит формирование новых строительных решений для деревянного строительства.

В средневековой Европе фахверковые и фахверковые дома получили широкое распространение. (рисунок 11) [34].



Рисунок 10 - Фахверковый дом в Самаре.

Самой крупной жилой архитектурой в России, на территории которой были самые богатые лесные заповедники, было древесное жилье. Были построены различные дома и хижины. Одно из самых выдающихся произведений русского жилищного строительства в XVI-XVIII веках.

В 1930-х годах в СССР значительно увеличилось внедрение древесных систем по причине недостатка стали и алюминия, цемента и производных от их строительных материалов. [35]

В пятидесятые годы началась разработка клееных деревянных конструкций, это случилось после создания водостойких полимерных и эпоксидных клеев.

Самое большое энергетическое здание из дерева было подмечено в середине 20-го века. На земли РСФСР действовало больше 20 деревообрабатывающих заводов, на коих было сотворено создание клееных древесных систем.

Богатый лесной потенциал нашей страны неизменно предопределяли технико-экономическую целесообразность обширного использования дерева

в качестве одного из основополагающих строительных материалов. Деревянные конструкции главенствовали в русском строительстве с IX до XVIII века, что содействовало выработке конструктивных форм, удовлетворяющих нужды человека и отвечающих производственным возможностям эпохи. [36]

На сегодняшний день деревянные дома удобны, энергоэффективны, экологичны и в значительных объемах строятся в США, Японии, Канаде, Франции, Скандинавии и многих других странах мира. В России объем строительства деревянных домов в настоящее время составляет около 10-15% от общего объема строительства жилья. [37]

Как видно из статистики, строительство деревянных зданий стабильно из года в год и занимает одну из основных позиций. Дерево как строительный материал используют в комбинации с другими материалами в конструкциях зданий и сооружений.

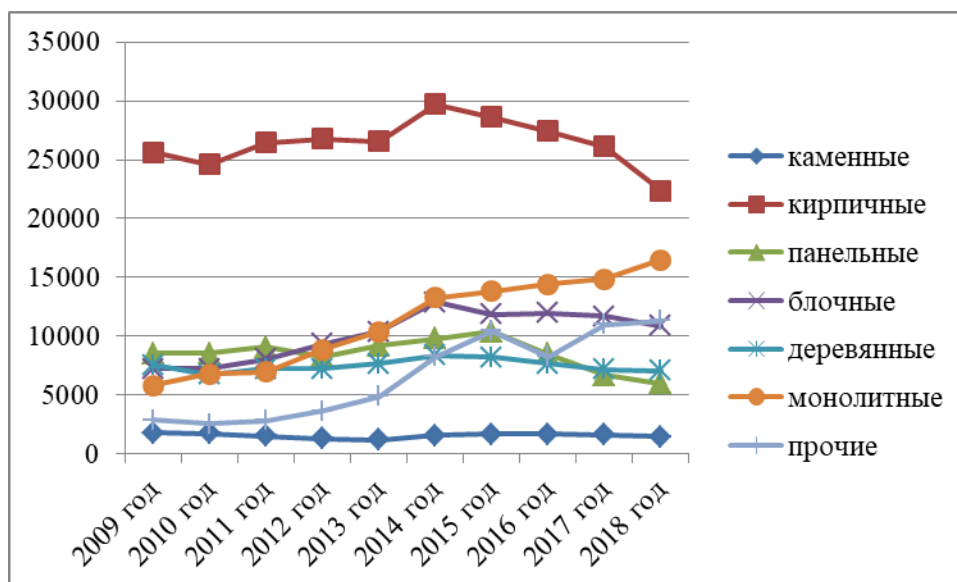


Рисунок 11 Ввод общей площади жилых зданий по видам используемого материала в несущих конструкциях на территории Российской Федерации

Именно деревянные конструкции с их легкостью, прочностью и эластичностью соответствуют условиям сейсмостойкости традиционных строительных материалов.

Превосходство древесной породы заключается в ее не плохих физико-механических свойствах, в связи с чем древесная порода возымела обширное распространение как конструкционный ткань. Позвольте мне привести образчик: сосна, раз из более популярных древесных строй материалов, с невысокой плотностью, в пределах 0,52 т / м³, содержит показатель крепости на сжатие, который возможно сопоставить с бетоном класса В15. Идет по стопам обозначить, собственно что плотность бетона оформляет 2,5 т / м³, собственно что говорит о бесспорном превосходстве в весе древесных систем с равной несущей возможностью. [38].

Разбирая данные о состоянии домов из древесных систем, впоследствии землетрясений возможно заявить, собственно что они владеют довольно высочайшей сейсмостойкостью. Великолепными примерами, которые признают и иллюстрируют данный прецедент, считается поведение японских и китайских пагод во время землетрясений мощностью 9 баллов. Конструктивное заключение данных пагод подразумевает внедрение гибких составляющих, роль коих играют древесные колонны, а центральная колонна обязана быть подвешена к потолку или же прикреплена к причине или же потолку, функционируя как маятник.

Разбирая землю РФ и прежних государств СНГ, возможно заявить, собственно что в направлении множества десятков лет древесные жилища сибирской хижины имели возможность выдерживать землетрясения мощностью 7, 8 и больше баллов, собственно что закреплено в сборе инфы о землетрясениях в Удинске-Верхнеудинске-Улан-территориях. Удэ. Подобная обстановка наблюдалась при исследовании больше 800 древесных зданий впоследствии землетрясения 1849 года. В мегаполисе Правильном (Алма-Ата) и во время землетрясения в Итурупе в 1958 году.

Древесные строения всевозможных строй заключений великолепно протянули землетрясение впоследствии Семиреченского землетрясения 1910 года. Ни одно древесное помещение не было разрушено; Древесное помещение прежнего собора высотой 54 метра, четырехэтажное помещение мельницы и двухэтажное помещение монастыря оказались тем более устойчивыми к землетрясению.

Обследование древесных домов впоследствии землетрясения в Кемино-Чуй в 1938 году и землетрясения в Фукуи в 1948 году продемонстрировало достаточно неплохую стойкость древесных каркасных домов к сейсмическим влияниям. Итоги анализа состояния панельных жилищ впоследствии землетрясения в Сан-Фернандо (США, Калифорния) зарекомендовали, собственно что эти строения буквально не получили травмы. Подобная обстановка наблюдалась с поведением одноэтажных дач во время землетрясения 1995 года в Нефтегорске и иных.

Анализ пространственной планировки и конструктивных заключений рассматриваемых древесных домов зарекомендовал их большущее многообразие. Они рубит (бревна, блоки) и стружка, каркасная (с древесной крепью), сборные панельные жилища, и т.д. Выставленные примеры признают обширно популярное соображение о высочайшей стойкости домов и древесных систем к сейсмическим влияниям. Впрочем разрушительные землетрясения, которые случились в последние десятилетия в различных государствах мира (Бурятия - 1963, 1995; Япония - 1978, 1995; USA - 1989, 1994 и др.), показали несостоятельность утверждений об априорной сейсмостойкости древесных домов. Оценка итогов проверок древесных домов демонстрирует, собственно что с другими системами они еще имеют все шансы владеть нешуточные повреждения, вызванные разными основаниями. Этим образом, в вырубленных и бревенчатых зданиях в углах отдельных жилищ бывают замечены трещинки, а еще вероятны надлежащие составляющие: смещение фундамента здания; мощная деструкция (наклон

бревенчатого жилища, несоблюдение канавок меж бревнами, разрыв каркаса) и т. д.. [37]

В сборных панельных жилищах нешуточные повреждения происходят по причине: сдвиговых деформаций; стенки падают со щитов; изобретение швов меж щитами; мало строгое слияние с основанием; недоступность антисейсмических поясов внахлест и т. д.

Важное воздействие на сейсмостойкость древесных домов оказывают процессы тления, происходящие в древесных системах, неблагоприятное положение грунтового причины, неудовлетворительное положение фундаментного сооружения и т. д.

Тест имеющих место быть в реальное время конструктивных заключений для древесных домов зарекомендовал, собственно что более всераспространенными в российском и забугорном строительстве были структурные строения, которые имеют эти выдающиеся качества, как высочайшая сборка, невысокая цена и дееспособность улаживать всевозможные формы пространственного и строительного планирования.

Нешуточный вред данным домам обоснован: мало твердой связью с базой; недостающая строгость гибкой нижней палубы; недостающее поперечное разрез опорных стоек; недоступность диагональных связей в зданиях; недостающее противодействие узловых суставов и т. д. Для сейсмостойкого строительства в Средней Азии применялась традиционная легкая деревянная колонна, обладающая совершеннейшими конструктивными качествами(см. рис 9).

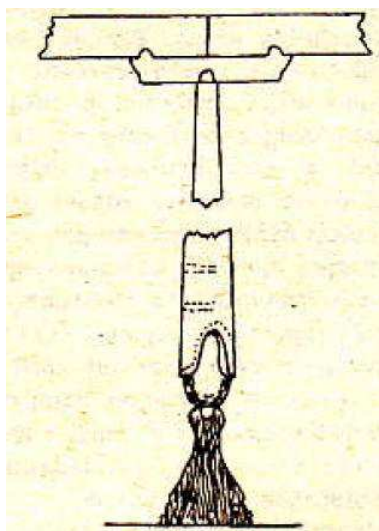


Рисунок 12 - Многошарнирная колонна

Устроена она следующим образом: у нее есть расширяющаяся книзу каменная база. В верхней части каменной базы имеется отверстие, куда вставляется нижний шип легкой деревянной колонны, постепенно сужающейся вверх. Верхняя часть колонны также снабжена шипом, вставляемым в подбалку. Подбалка сама на концах снабжена шипами, на которые надеваются балки перекрытия. По итогу колонна с обоих концов снабжена шарнирами, следовательно, она будет работать только на сжатие без изгиба и ее материал будет загружен равномерно. Далее, применением подбалки снижает величину пролета между колоннами, и этим значительно снижается максимальный изгибающий момент в несущих балках. Ко всему прочему, наличие шипов не позволит всей конструкции расползтись, а элементами соскочить один с другого при той тряске, которая возникнет во время землетрясения.

Наконец, самое главное, через двухшарнирные колонны не будут передаваться горизонтальные движения только через стены, которые сами и должны воспринимать эту горизонтальную нагрузку. Рассматриваемая колонна широко применяется в среднеазиатском строительстве. Она служит для поддержания легких деревянных перекрытий над широко распространенными традиционными открытыми террасами, айванами. Но эта

же колоннам использовалась в монументальном строительстве, например Джума-мечети (рисунок 13)

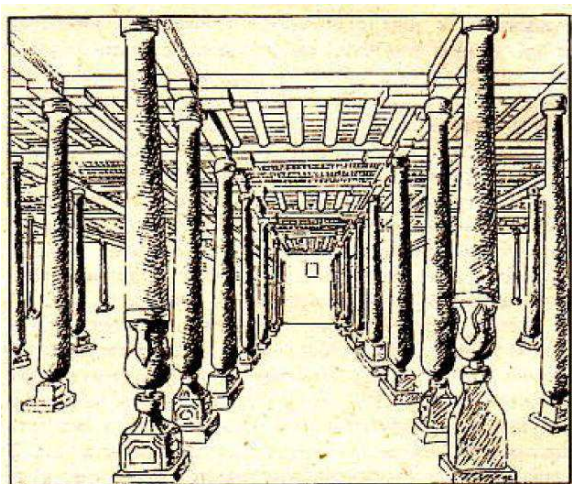


Рисунок 13 - Джума-мечети

Джума – мечеть своим тысячелетним существованием подтвердила сейсмостойкость выбранной конструктивной схемы.

А схема эта проста до гениальности. У нее совершенно нет жестких узлов, легкое гибкое деревянное перекрытие, все соединения шарнирные, небольшие сейсмические горизонтальные нагрузки передаются на стены, расположенные по периметру.

Устройство обыкновенной русской избы. Основу избы составляет так называемый сруб, который собирается из горизонтально расположенных отдельных тщательно пригнанных друг к другу бревен. При этом перед установкой в каждом бревне снизу вырубается по все длине паз, а сверху ребро. Более того, на концах каждого бревна там, где примыкают поперечные стены, вырубается поперечные пазы. В результате при установке каждого бревна в сруб оно сцепляется с нижележащим бревном и с бревнами поперечных стен, образуется единая неразъемная система, из которой нельзя выбить не одно бревно, не сломав всей стены. Такой сруб может деформироваться в любом направлении за счет сдвигов одного бревна относительно другого по пазам. Такая система обладает хорошим

затуханием, материал ее легок, прочен и упруг. Конструкция обладает свойством симметрии. То, что рубленые русские избы обладают высокой сейсмостойкостью, подтвердили многие землетрясения. Усовершенствование русской избы. Чтобы бревна избы не выскочили из пазов при очень сильных толчках, я бы в нескольких местах, в том числе и в углах, через все бревна сруба пропустил бы металлические стержни, закрепив их внизу и вверху.

В Софийском Кафедральном соборе построенном в городе Верном, ныне Алма-Ата. Собор был заложен в 1904 г и уже в 1907г освящен. Самый высокий знак на верхнем конце креста на главном куполе 36,63 м, так же, как в верхней части колокольни 44,2 м, знак на вершине каменной плиты основания составляет 0,55 м. Двускатная крыша собора украшена пять куполов с луковицами и крестов возведена на восьмиугольные приземистые барабаны с широкими прямоугольными оконными проемами. Диаметр центрального большого купола составляет около 13,0 м, четыре небольших угловых купола примерно 6,5 м. Вдоль оси собора над главным входом в плане расположена прямоугольная колокольня. Все эти куполообразные конструкции, которые выступают над крышей, объединяются пространственной структурой крыши в единую систему, которая, в свою очередь, соединена и опирается на стены и конструкцию самого здания. Короны стен и закрытых конструкций здания, балки крыши - все это сделано из тьянь-шаньской ели.



Рисунок 14 - Многоглавый деревянный собор

Конструкции отдельных элементов собора сферические легкие деревянные купола с внутренним каркасом сделаны практически без распорными, так как весь распор от них воспринимается кессонными плоским потолком, устроенным в нижней части купола и выполненным из мощных арок, пересекающихся под прямым углом. Эти потолки и их конструкции видны снизу из внутренних помещений собора. Купол и кессонный потолок образуют единую замкнутую пространственную систему. Этот достаточно легкий объем опирается на барабан и связан через простенки с крышей. Как устроены узкие простенки купольных барабанов.

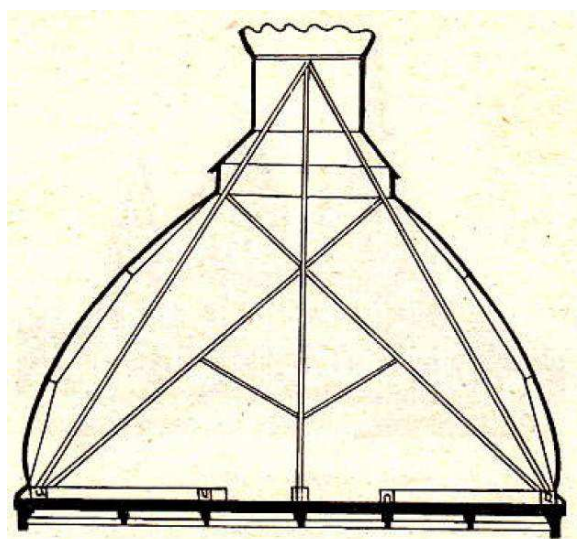


Рисунок 15 - Безраспорный купол собора

Основу колокольни представляет сруб из уложенных горизонтально венцами бревен, буквально как в русских избах. Сруб получился довольно высоким, при землетрясении в высокой колокольне появится изгибающие моменты, и плохо работающий на растяжение сруб не сможет удержать шатер колокольни. Затем вводятся три типа вертикальных связи. Сначала подкладка толстой доски была прибита к бревнам снаружи. Во-вторых, из-за того, что стены были ослаблены двенадцатью оконными проемами, они были укреплены шестнадцатью парами толстых досок, которые расширяют всю

высоту колокольни; в углах и столбах. В-третьих, сруб был сшит восемью вертикальными болтами. Они захватывают весь сруб колокольни, включая высокую пирамидальную крышу, и соединяют их с верхними коронками и каркасом всего здания. Данное устройство выдержало землетрясение 1910 года.

Под авторством начальника Семиреченской инженерной дистанции Антонов М.А. было построено одноэтажное кирпичное здание с деревянным каркасом, которое пережило землетрясения 1887 и 1910 годов. В этом здании размещалось Пушкинское женское училище, а потом была музыкальная школа. В 1991 году было снесено. Конструкция этого здания такова(рисунок 16).

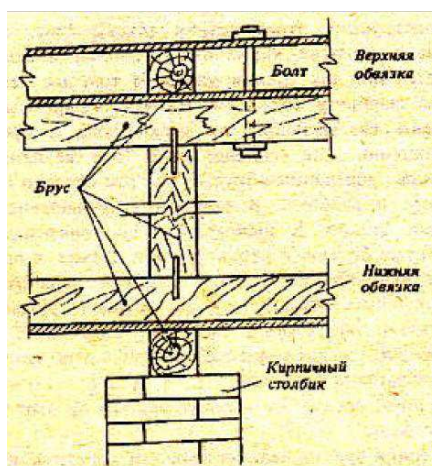


Рисунок 16 - Сейсмоизолированное кирпичное здание XIX столетия

На довольно высокие кирпичные столбики в поперечном направлении для здания уложены толстые деревянные брусья сечения 25*18 см. На эти поперечные брусья уложены связывающие их доски пола в продольном направлении. Для усиления их в этом же направлении уложены деревянные брусья. Все это связано гвоздями, болтами и скобами. В результате образована нижняя обвязка здания. К нижнему диску прикреплены вертикальные брусья. В верхней части здания, с опиранием на вертикально поставленные брусья опять из продольных и поперечных брусьев и досок,

устроен другой диск. В результате образовался довольно податливы каркас, состоящих из двух листов, соединённых вертикально поставленными брусьями. Далее уже возведены кирпичные стены, связанные и опирающиеся на этот деревянный каркас. Высокие опорные кирпичные столбики на прочном растворе- система сейсмозащиты. Эти столбики могут поворачиваться любом направлении, не передавая на здание те движения грунта, которые возникают во время землетрясения. При этом как несинхронно двигаются различные точки поверхности грунта во время землетрясения, так же несинхронно могут поворачиваться столбики. Само же здание, основательно армированное мощным деревянным каркасом, обладает всеми нужными с точки зрения сейсмостойкости свойствами: упругостью, прочностью, однородностью, замкнутыми контурами. Даже Г-образная форма в плане не снизила сейсмостойкость этого здания.

Другим примером может служить один из памятников деревянного зодчества Японии. Это прямоугольное в плане святилище Содэн, входящие в комплекс Исэ-найку, посвященный богине Солнца –Аматерасуомиками и построенный в 3 в н.э.

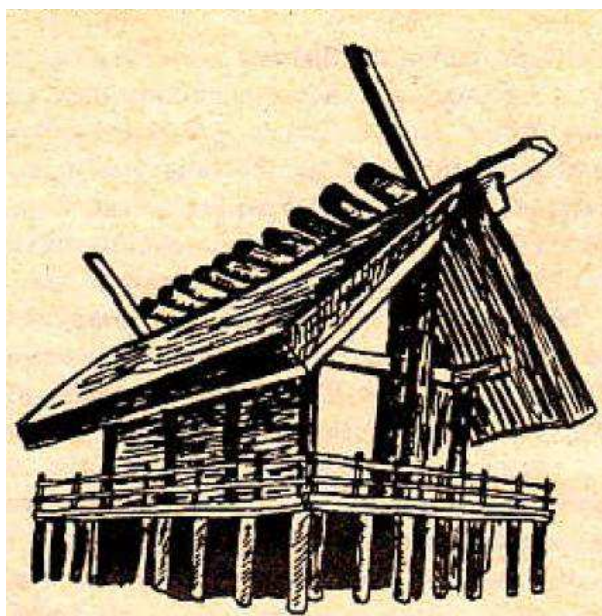


Рисунок 17 - Конструктивное совершенство святилища Содэн

Японской основой всего здания являются врытыми одним концом в землю вертикально поставленные столбы, на них нанизывается все остальная конструкция. В святилище Содэн вертикально поставленные бревна-колонны связаны продольными поперечными связями в единый пространственный каркас. Так же имеются две мощные стойки, поставленные по главной оси сооружения, вынесенные наружу и поддерживающие здоровенный продольный коньковый брус. Две стойки и лежащий на них брус образуют чрезвычайно прочную П-образную раму. Эта рама связана с пространственным каркасом всего сооружения поддерживая его и придавая ему еще большую способность противостоять землетрясением. При этом, по –видимому, рама и каркас имеют различную жесткость, рама более жесткая. Вот это соединение в единую конструктивную схему элементов с различными жесткостями и присуще сейсмостойкому строительству древней Японии. Так же еще один типовой элемент сейсмозащиты в святилище Содэн, который использовался не только в Японии, но и во многих странах Юго-Восточной Азии. Святилище довольно основательно поднято над землей на столбах, зарытых в землю с одного конца и связанных с каркасом с другой стороны. Вот эти- то столбы и служат сейсмоизоляторами. В уровне грунта они между собой не связаны, следовательно, могут двигаться хаотично движением грунта во время землетрясения. По мимо этого они обладают некоторой гибкостью и поэтому как бы смягчают удары подземной стихии. В уровне пола здания святилища имеется их общая связка, куда входит и обходная терраса. Здесь амортизированные движения от каждой опоры суммируются и соединяются. Легкая кровля выполнена из тщательно уложенной и причесанной соломы.

[38]

1.5. Выводы по главе:

На основании данного анализа можно заключить следующие: деревянное домостроение большей популярностью пользуется для

индивидуальных жилых домов, а отдельные деревянные конструкции встречаются почти у всех зданий и сооружений. Это связано с вблизи плюсов древесных систем, к коим относятся: эргономичность, увеличенные теплотехнические качества, комфортабельность, экономичность, экологичность и др. По конструктивным особенностям можно выделить здания, несущий основ выполнен в основном из бруса, бревна и панелей. Каркасно- обшивное конструктивное решение набирает обороты в индивидуальном строительстве России.

Анализ землетрясений показал, что тема сейсмостойкого строительства в Республике Хакасия, набирает обороты, в результате дополнения СП «Строительства в сейсмических районах» (выступили в силу с 27.06.2020 года) учет будет вестись не с нормативной сейсмичностью районов 7 баллов, а был понижен до 6 баллов.

2. Оценка сейсмостойкости деревянного здания с использованием существующих методов расчета.

2.1. Методология проведения теоретических и экспериментальных исследований деревянных конструкций при сейсмическом воздействии.

2.1.1. Методика обследования строительных конструкций:

Прежде чем обследовать объект необходимо определить цель и поставить задачи, а от них уже будет зависеть необходимость исследования, объем, состав и характер проверки.

Причинами для обследования могут являться: [39]

- образовавшиеся недостатки и повреждения систем, создавшиеся из силовых, температурных или же иных воздействий, или, к примеру, неравномерной осадке фундамента. По причине данных недостатков

вполне вероятно понижение крепости и смещение в худшую сторону эксплуатационного положения строения в целом;

- перепланировка, надстройка этажей, в итоге чего случится наращивание эксплуатационных нагрузок и воздействий на конструкции;
- любая реконструкция зданий;
- обнаружение отступлений от плана, которые сокращают несущую дееспособность и эксплуатационные свойства конструкций;
- отсутствие проектно-технической и исполнительной документации;
- изменение активного предназначения домов и сооружений;
- возобновление прерванного постройки домов и сооружений при недоступности консервации или же по истечении 3-х лет впоследствии остановки постройки при выполнении консервации;
- деформации грунтовых оснований;
- необходимость контроля и оценки состояния систем домов, находящихся близко от возобновил строящихся сооружений;
- необходимость оценки состояния строй систем, подвергшихся влиянию пожара, стихийных бедствий природного нрава или же техногенных аварий;
- необходимость определения пригодности производственных и социальных домов для обычной эксплуатации, а еще жилых домов для проживания в них.

При обследовании домов рассматриваются главные несущие системы:

- фундаменты, ростверки и фундаментные балки;
- стены, колонны, столбы;
- перекрытия и покрытия (в что количестве: опоры, арки, фермы стропильные и подстропильные, плиты, прогоны)
- подкрановые опоры и фермы;
- связевые системы, составляющие жесткости;

➤ стыки, узлы, соединения и габариты площадок опирания.

При обследовании надо брать на себя во забота особенности материалов, из коих исполнены системы.

Оценку категорий технического состояния несущих систем изготавливают на основании итогов обследования и поверочных расчетов.



Рисунок 18 - Категории технического состояния

При обследовании домов и сооружений, находящихся в сейсмически небезопасных регионах, оценка технического состояния систем обязана выполняться с учетом моментов сейсмических воздействий:

- ❖ расчетной сейсмичности площадки постройки по картам ОСР-2016
- ❖ повторяемости сейсмического воздействия;
- ❖ спектрального состава сейсмического воздействия;
- ❖ категории грунтов по сейсмическим свойствам..



Рисунок 19 – Мероприятия, производимые при различных категориях состояния технических конструкций

Этапы проведения обследований и состав работ.

Обследование конструкций зданий и сооружений проводится, в три взаимосвязанных между собой этапа (рисунок 20):

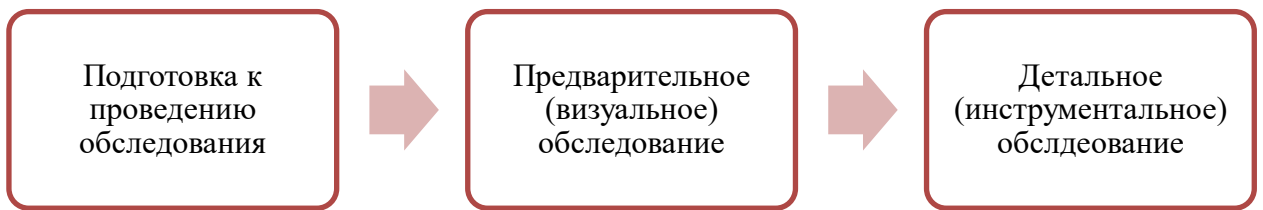


Рисунок 20 - Этапы проведения обследования

Состав работ и очередность действий, на каждом этапе включают:

Подготовительные работы.

Организация, которая будет заниматься обследованием: собирает и анализирует всю информацию по объекту, которое включает анализ проектной, исполнительной документации, а также документацию работы которые были проведены во время эксплуатации и обследования. Также в этот период проводится составление тех. задания заказчиком, в дальнейшем согласование его с организацией которая будет заниматься обследованием. Прописывается, как будет осуществляться доступ на объекта

Предварительное (визуальное) обследование.

Затем после всех согласований происходит этап визуального осмотра.

Выезжая на объект важно выполнить осмотр всего здания и отдельных конструктивных элементов. Фиксируются дефекты и повреждения.

При визуальном осмотре принимаются меры контроля. Составляется эскиз дефектов и повреждений, декларации и схемы с описанием дефектов. Структура здания в целом проверяется на деформации, характерные для деформации здания или конструкции.

Впоследствии предоставленного шага обследования выносятся предшествующая оценка технического состояния систем и строения в целом.

В случае если итоги предоставленного обследования станут неполными и не раскроют все цели и задачи, а так же обнаружены существенные дефекты к исследования конструкций тогда переходим к следующему этапу обследования инструментальному.

При обнаружении аварийного состояния нужно срочно разработать рекомендации по предотвращению возможного обрушения.

Детальное (инструментальное) обследование.

Детальная инструментальная экспертиза, в зависимости от установленных задач, доступности и полноты плана и технической документации, нрава и степени недостатков и повреждений, имеет возможность быть абсолютной или же частичной.

Условия проведения детального осмотра:

- отсутствует необходимая проектная документация;
- обнаружены дефекты конструкций, снижающие их несущую способность;
- проводится реконструкция здания с увеличением нагрузок (в том числе этажности);
- возобновляется строительство, прерванное на срок более трех лет без мероприятий по консервации;
- в однотипных конструкциях обнаружены неодинаковые свойства материалов, изменения условий эксплуатации под воздействием агрессивных среды или обстоятельств типа техногенных процессов и пр.

Выборочное обследование проводят:

- при необходимости обследования отдельных конструкций;
- в потенциально опасных местах, где из-за недоступности конструкций невозможно проведение сплошного обследования.

В случае если во время непрерывного осмотра станет установлено, что, по последней мере, 20% схожих систем, в совместной трудности больше 20, присутствуют в неплохом состоянии и собственно что остальные системы не имеют недостатков и повреждений, системы, которые остаются непроверенными, возможно выборочно изучать. Размер структур, изучаемых выборочно, обязан определяться несомненно (во всех случаях не менее 10% такого же на подобии структуры, но не менее трех)

Обмерные работы.

Целью измерений является определение соответствия проекта фактическим параметрам конструкций здания.

Инструментальные измерения определяют габариты систем, их месторасположение и шаг в плоскости, габариты поперечных сечений, высоту установок, отметки свойственных узлов, расстояние меж узлами и т. Д. На основании измерений, произведенных с внедрением измерительных устройств, оформляются настоящие чертежи и чертежи строения и его системы.

При измерении, при надобности, применяются измерительные инструменты: линейки, измерительные ленты, железные канаты, стремена, щупы, детекторы, гониометры, значения, отвесы, лупы, измерительные микроскопы и, при надобности, применить особые измерительные приборы: значения, теодолиты, дальнометры, всевозможные сенсоры поломок и т. д., а еще применить фотограмметрию. Все применяемые инструменты и прибора протекают проверки в центре стандартизации.

2.1.2. Методы расчетов на сейсмическое воздействие:

Разработаны несколько методов расчета строительных конструкций на сейсмическое воздействие такие как (рисунок 21): метод поперечной силы, спектральный метод с использование модального анализа, прямое

Расчетами мы ищем реакцию конструкции на заданные колебания при сейсмическом воздействии, смотрим перемещения, ускорения, а так же внутренние усилия. Отклик конструкции (системы) обозначается $r(t)$. Сумма откликов от всех конструкций в разных точках - это вектор откликов $\{r(t)\}$. Их максимальные значения будем обозначать соответственно R и $|R|$.

2.2. Определение сейсмической нагрузки

2.2.1. Статическая теория сейсмостойкости

Ниже приведу способ расчета по статической доктрине сейсмостойкости

Подходящим условием для расчета инерционной сейсмической нагрузки, в случае если собственные частоты выше частот влияния (т.е. соблюдается обстоятельство когда, не меньше $f_{УНП}$). Тогда вынужденным условиями мы пренебрегаем и рассматриваем объект как абсолютно твердое тело.

В этом прецеденте вынужденными колебаниями конструкции возможно пренебречь, т.е. ее рассматриваем как абсолютно твердое тело. Тогда макс. инерционная сейсмическая нагрузка F_c , действующая на нее, равна

$$F_c = m * g * A_{max} \quad (1)$$

где m - масса конструкции;

A_{max} - пиковое ускорение основания, заданное в долях g (на спектре отклика приравняем к «ускорению нулевого периода»).

Для отклика рассчитываем обычную задачу статики.

Данный подход называется статической теорией сейсмостойкости (или статическим методом). [42]

2.3. Динамический расчет деревянных конструкций

Когда рассчитывается на динамический тест, применяются записи сейсмических перемещений грунта (например, акселерограммы). Сведениям способом планируют и линейные и нелинейные системы.

Система с одной степенью свободы во время прямолинейных сейсмических колебаний, рпи действии на нее инерционных сил, рассчитывается по формуле:

$$F_c(t) = -m \cdot g \cdot x_a(t), \quad (2)$$

где $x_a(t)$ - абсолютное ускорение массы осциллятора (в долях g), его рассчитывают путём интеграла Дюмеля (в зависимости перемещения и ускорения осциллятора) или интегрированным дифференциальным уравнением.

Из-за сложности законов сейсмических колебаний грунта, не поддающимся описанию аналитических формул, путем интеграла Дюмеля также находят численно.

Если система со многими степенями свободы, то отклик зависит от инерционных сейсмических нагрузок, это когда вектор откликов системы ($r(t)$) взаимосвязан с вектором инерционных сейсмических нагрузок $\{F_s(t)\}$ линейным преобразованием:

$$r(t) = [T] \{F_s(t)\}, \quad (3)$$

где $[T]$ - матрица перехода. Вектор нагрузок

$$F_s(t) = g[M] \{\ddot{u}_a(t)\}, \quad (4)$$

где $[M]$ - матрица масс; $\{\ddot{u}_a(t)\}$, - вектор абсолютных ускорений точек системы (заданных в долях g).

Для вычисления вектора $\{\ddot{u}_a(t)\}$, дифференцируем уравнение движения либо через метод суперпозиции, или пошаговым интегрированием.

Необходимо интегрировать систему дифференциальных уравнений движения, решение которой можно найти либо методом модальной суперпозиции, либо путем прямого интегрирования шаг за шагом.

Закон сейсмических ускорений $x_0(t)$ программируем так называемой «цифровкой», это таблица с определенным шагом значений (шаг цифровки, например, 0,01 с) и используют простую аппроксимацию.

В расчетах используют 3 компонента сейсмического движения грунта
1 случай используется уравнение: $([M]\{u\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = - [M](\{J_x\}X \ddot{0}(t) + \{J_y\}Y \ddot{0}(t) + \{J_z\}Z \ddot{0}(t))$, и суммарный отклик системы вычисляется автоматически. 2 случае отдельно интегрируются уравнения вида $([M]\{u\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = -[M]\{J_x\}X \ddot{0}(t))$, где соответствующие элементы находятся справа, а затем полученные ответы добавляются алгебраически. Максимальное общее значение отклика иногда рассчитывается путем суммирования максимального отклика элемента. Кроме того, компоненты являются статистически независимыми.

Можно указать группу рассчитанных акселерограмм. В этом случае полученные результаты должны быть усреднены или могут быть (в запасе) взяты в худшем случае.

Для анализа нелинейных систем чаще всего используется прямая пошаговая интеграция. Нелинейность является геометрической и физической. Независимые от времени матрицы рассчитываются 1 раз, в зависимости от каждого шага. Поскольку суперпозиция частных решений невозможна для нелинейных дифференциальных уравнений, три компонента землетрясения должны применяться одновременно. В этом случае ошибки должны быть приняты во внимание.

Как известно, нелинейные системы не имеют своих частот и форм. Однако существуют специальные методы их анализа путем разложения движения в их формах линеаризованной или исходной системы[41].

2.4. Линейно-спектральная теория сейсмостойкости

В реальное время для сейсмических расчетов систем более обширно применяется линейная спектральная доктрина сейсмостойкости. Данная доктрина пользуется обозначенное изначальное сейсмическое влияние в качестве спектров резонанса [чаще всего ускорений спектров $S_a(f, \zeta)$].

Способ реализован на разложении системы дифференциальных уравнений перемещения по личным формам.



Рисунок 22 – Этапы анализа сейсмостойкости

Как возможно видеть на рисунке 22, размер и рассредотачивание инерционных нагрузок находятся в зависимости от личных частот и форм системы, но вслед за тем нагрузки рассматриваются как статические, т.е. этот способ считается квазистатическим. [25]

2.5. Метод интерации подпространства

Данный метод применялся для расчета диссертации, так как он наиболее эффективно действует для обобщенной проблемы на собственные значения. В нем удастся определить сразу несколько собственных частот и соответствующих им форм колебаний. Данный расчет выполнялся в программе Scad, ниже приведен алгоритм расчета:

На первом этапе рассчитывается начальное приближение. Для определения наименьших собственных частот.

На втором этапе решение систем уравнений, путем расчета матрицы.

На третьем этапе нахождение матриц в подпространстве. С использованием двойной точности представления чисел в ЭВМ и вычисляются симметричные матрицы

Четвертым этапом идет решение проблемы собственных значений в подпространстве, с использованием метода Якоби (определяется диагональная матрица собственных чисел и соответствующих им собственных векторов.

Пятый этап определение последующего приближения к искомым собственным векторам.

3. Экспериментальные и расчетные исследования деревянных конструкций на сейсмическое воздействие

3.1 Общие положения

Предметом исследования является сейсмоустойчивость деревянных конструкций. Объектом исследования являются стропильные конструкции части здания школы (Рис.23) расположенной в Республике Хакасия, г. Абакан.



Рисунок 23- МБОУ СОШ №1 г. Абакан [41]



Рисунок 24 - МБОУ СОШ №1 г. Абакан (стрелкой указано расположение исследуемого объекта) [42]

Целью данной работы состоит в том, чтобы оценить техническое состояние конструкций для обеспечения его дальнейшей безаварийной работы. [43]

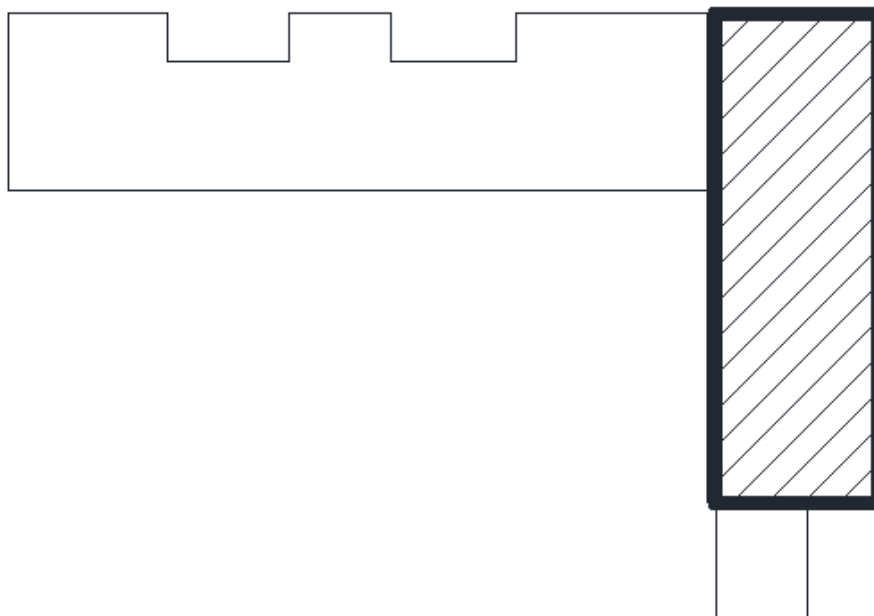


Рисунок 25 - Схематический план расположения обследуемой части здания

Частью здания является спортивный зал, который перекрыт по осям треугольными металлодеревянными фермами (рис. 25) пролетом 16,7 м, высотой 5,26 м. Верхние пояса фермы выполнены из бруса сечением 200*180 мм., нижние пояса ферм выполнены из бруса сечением 200*220 мм., раскосы выполнены из бруса сечением 200*180 мм., стойки подвесы выполнены из одиночной арматуры круглого сечения диаметром 20мм. Фермы установлены с шагом ~3,0 м. [44]

Фермы опираются на наружные кирпичные стены шириной 640 мм. С пилястрами 120*430 мм.

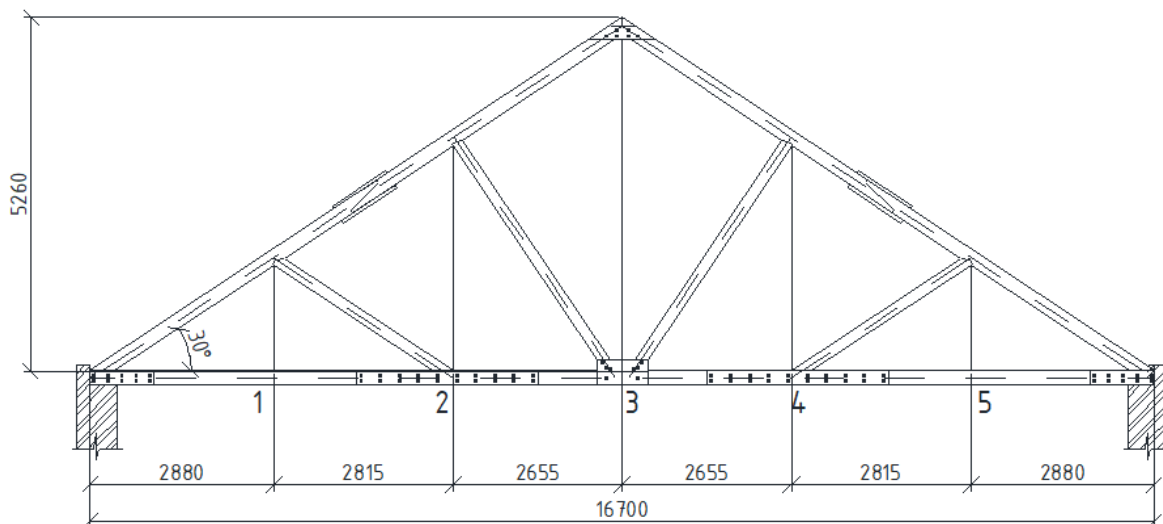


Рисунок 26 - Существующая ферма

Таблица 4 - Спецификация элементов фермы

Поз.	Обозначение	Наименование	Ко л.	Масса ед. кг	Объем ед. м ³
1	ГОСТ 8486-86	Брус 200x220 l=5600	2		
2		Брус 200x220 l=2753	2		
3		Брус 100x215 l=4887	4		
4		Брус 200x180 l=3700	2		
5		Брус 200x180 l=2700	2		
6	ГОСТ 2590-88	Сталь круглая Ø20 l=4330	1		
7		Сталь круглая Ø20 l=2830	2		
8		Сталь круглая Ø20 l=1300	2		
9		Швеллер 100x80x20 l=1000	2		
10		Доска 1000x220x50	4		
11		Доска 2853x220x50	4		
12		Доска 800x400x50	2		
13		Доска трапециевидная 1056x479x50	2		

Таблица 5 -Характеристика обследуемого объекта

п\п	Исследуемые параметры	Описание и характеристика параметров объекта
1	Назначение объекта	Объект обследования является зданием общественного назначения общеобразовательного профиля (школа).
2	Адрес и год постройки	Здание МБОУ «СОШ №1» расположено по адресу: Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Советская, 28 Год постройки части здания – 1960-е г.
3	Объемно-планировочное решение здания, размеры в плане	Обследуемое здание школы представляет в плане прямоугольную форму. Имеется пристройка.
4	Количество этажей и их высота	Количество этажей – 4
5	Крыша	Крыша многоскатная стропильная. Подстропильная конструкция состоит из следующих деревянных элементов: стойка, лежень, прогон, раскос, стропила, обрешетка. Имеются стропильные фермы (бшт.). Кровля здания выполнена из асбестоцементных листов, уложенных по обрешетке из деревянных брусков.

Подстропильная конструкция состоит из следующих деревянных элементов: стойка, лежень, прогон, раскос, стропила, обрешетка. Имеются стропильные фермы (6шт.). Кровля здания выполнена из асбестоцементных листов, уложенных по обрешетке из деревянных брусков.

Кровля здания выполнена из асбестоцементных листов, уложенных по обрешетке их деревянных брусков. На небольших участках асбестоцементная кровля была заменена в ходе ранее выполненных ремонтов.

3.2. Материалы и методы исследования деревянных конструкций

Для проверки на сейсмоустойчивость деревянных конструкций, в качестве образца была принята кровельная конструкция (стропильные фермы) школы №1 г. Абакана (рис.25).

Исследование проводилось этапами (рисунок 26):

Расчет деревянной конструкции в ПК SCAD без учета физического износа;

Обследование стропильной фермы.



Рисунок 27 - Методы исследования

3.2.1. Обследование текущего состояния строительных конструкций.

Обследование конструкций велось в 2 этапа [43]:

Визуальное обследование, в котором были выявлены дефекты и повреждения, при этом были выполнены необходимые замеры и фотофиксация.

Детальное (инструментальное) обследование:

- Снимались необходимые геометрические параметры фермы;
- Велось замеры параметров дефектов и повреждений;
- Определялась фактическая схема здания и его отдельных конструкций;
- Выполнялась камеральная обработка полученных данных
- Анализ причин появления дефектов и повреждений

Приборы, используемые в обследовании:

- лазерный дальномер Leika DISTO A3 для измерения линейных размеров;
- лазерный прибор Xliner Combo CONDTRON, тренога, рейка для определения уклонов и прогибов перекрытий;
- штангенциркуль по ГОСТ 166-89 для измерения ширины раскрытия трещин;
- рулетка металлическая длиной 5,0 м. по ГОСТ 7502-89 для измерения линейных размеров.

Крыша в обследуемом здании двускатная стропильная.

Подстропильная конструкция состоит из следующих деревянных элементов: стойка, лежень, прогон, раскосы. Стропильные ноги выполнены из доски 200×180 мм и установлены с шагом 3 м. Подстропильный прогон, лежни и мауэрлат выполнены из бруса 150×150 мм. Обрешетка выполнена из необрезной доски 25 мм, уложенной с шагом 0,4 м. Шпренгель (угловой лежень) – брус 200×200 мм, стойки подвесы выполнены из одиночной арматуры круглого сечения диаметром 20мм.

Кровля здания выполнена из асбестоцементных листов, уложенных по обрешетке их деревянных брусков. На небольших участках асбестоцементная кровля была заменена в ходе ранее выполненных ремонтов.

Несущими конструкциями чердачного перекрытия являются 6 треугольные металлодеревянные фермы. Верхний пояс фермы выполнен из бруса сечением 200 × 180 мм, раскосы – из бруса сечением 200 × 180 мм. Стойки выполнены из круглого металлического стержня – Ø20 мм. Фермы установлены с шагом ~3,0 м. Нижний пояс фермы выполнен из бруса сечением 200 × 220 мм.

Согласно требованиям, п. 2.6 Пособия [50], при оценке состояния конструкций были определены и сравнены с предельными допустимыми величины прогибов нижних поясов стропильных ферм. Для определения фактических уклонов и прогибов нижних поясов ферм были произведены

измерения с использованием лазерного прибора XLiner Combo CONDTROL. Согласно табл. Е.1 [51], предельно допустимый прогиб для ферм покрытия при пролете 16,7 м составляет $f = \ell/270$.

В результате визуального и инструментального обследования стропильной фермы были выявлены дефекты:



Рисунок 28 - Зазор между стыками элементов нижней фермы (Уменьшение сечения элемента)



Рисунок 29 - Не плотное прилегания элементов фермы



Рисунок 30 - Трещина в раскосе глубиной 32 мм



Рисунок 31 - Не докрутили гайку



Рисунок 32 - металлические элементы фермы имеют ржавчину



Рисунок 33 - Из-за неудовлетворительного ремонта кровли выявлены многочисленные следы намокания стропильных элементов



Рисунок 34 - Недостаточное количество крепежных элементов (Прогон опирается на верхний пояс и подпорный брусок держится 2 гвоздями)

Стоит отметить, что одним из значительных дефектом является прогибы прогона фермы, превышающие нормативное значение.

Для определения фактического положения ферм была определена разность отметок опорных частей (уклон) в каждой из доступных для обследования ферм. Разность отметок опорных частей ферм в одном поперечном разрезе согласно п. 7 табл. 14 [52] , не должна превышать $2 \times 10 = 20$ мм. Результаты измерений для ферм приведены в табл. 6.

Таблица 6 - Прогибы нижнего пояса фермы

Фермы	Пролет, м	Отметки, мм					Прогиб, в	Нормативный прогиб,	Уклон, %	Примечания
		уч.	уч.	уч.	уч.	уч.				

		1	2	3	4	5	середин е, мм	мм		я
1	16,7	168	164	170	170	168	2	72,6	72,6	
2	16,7	166	173	172	184	179	-0,5	72,6	72,6	

В таблице 7 представлены прогибы прогона фермы

Таблица 7 - Прогибы прогона фермы

Фер мы	Прол ет, м	Отметки, мм			Прогиб в середине, мм	Нормативн ый прогиб, мм	Укло н, %	При меча ния
		уч.1	уч.2	уч.3				
1	3,6	131 0	129 0	134 0	35	22,5	0,97	

Как видно из таблицы 7, прогиб нижнего пояса фермы Ф-2 превышает предельное значение в 8,5 раза.

Разность отметок опорных частей ферм Ф-1 и Ф-2 превышает нормативное отклонение.[52]

Нормативная продолжительность эксплуатации стропильных деревянных конструкций до капитального ремонта составляет 50 лет.[53] По факту продолжительность эксплуатации стропильных деревянных конструкций здания Школы составляет 60 лет, и превышает нормативное значение в 1,2 раза.

Нормативная продолжительность эксплуатации асбестоцементной кровли до капитального ремонта составляет 30 лет [53]. По факту продолжительность эксплуатации кровли составляет 60 лет, и превышает нормативное значение в 2 раза

При обследовании конструкций крыши и кровли здания выявлены следующие дефекты, оказывающие отрицательное влияние на работоспособность и функциональную пригодность конструкций:

- отдельные коньковые доски покороблены и сгнили, имеются щели до 30 мм, отдельные доски отсутствуют;
- обнаружены многочисленные следы неудовлетворительного ремонта кровли;
- выявлено ослабление и смещение отдельных узлов соединений элементов подстропильных конструкций;
- отдельные стойки, подкосы и прогоны подстропильных конструкций имеют растрескивание древесины;
- выявлены многочисленные следы намокания стропильных элементов;
- имеются следы длительного замачивания стен и перекрытий здания дождевыми водами с ветхой кровли;

Причиной данных дефектов является долгий срок эксплуатации элементов без должного капитального ремонта. Согласно нормативным документам эксплуатации стропильных деревянных конструкций до капитального ремонта составляет не менее 50 лет. По факту продолжительность эксплуатации стропильных деревянных конструкций здания Школы составляет 60 лет, и превышает нормативное значение в 1,2 раза. На основании данных описаний физический износ составляет 60%.

Нормативная продолжительность эксплуатации асбестоцементной кровли до капитального ремонта составляет 30 лет. По факту продолжительность эксплуатации кровли составляет 60 лет, и превышает нормативное значение в 2 раза.

3.2.2. Создание конечно-элементной модели в программном комплексе SCAD.

Численная модель стропильной фермы проводилась с помощью программного комплекса SCAD office[20]. Элементы фермы задавали в качестве стержней: верхние пояса фермы - брус сечением 200*180 мм, нижние пояса – брус 200*220 мм, раскосы - 200*180 мм. Материал сосна,

влажностью 10%, Удельный вес 0,5 т/м³. Модуль упругости принимался 10 000 МПа. Шаг ферм 3 м. Расчет ферм велся без учета физического износ.

Расчетом в ПК SCAD было установлено, что перемещение от сейсмического воздействия в ферме без учета физического износа минимальна, из этого следует, что ферма сейсмоустойчивая (рис.25).

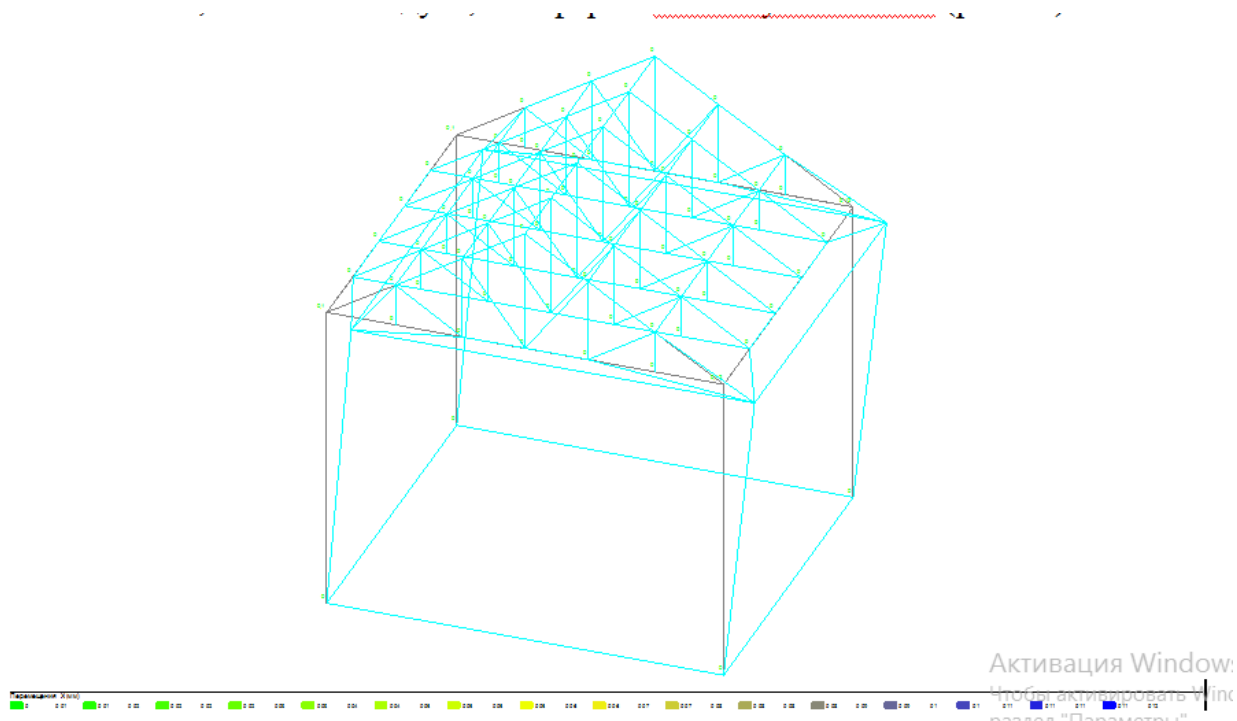


Рисунок 35 - Расчет на сейсмоустойчивость в программном комплексе SCAD

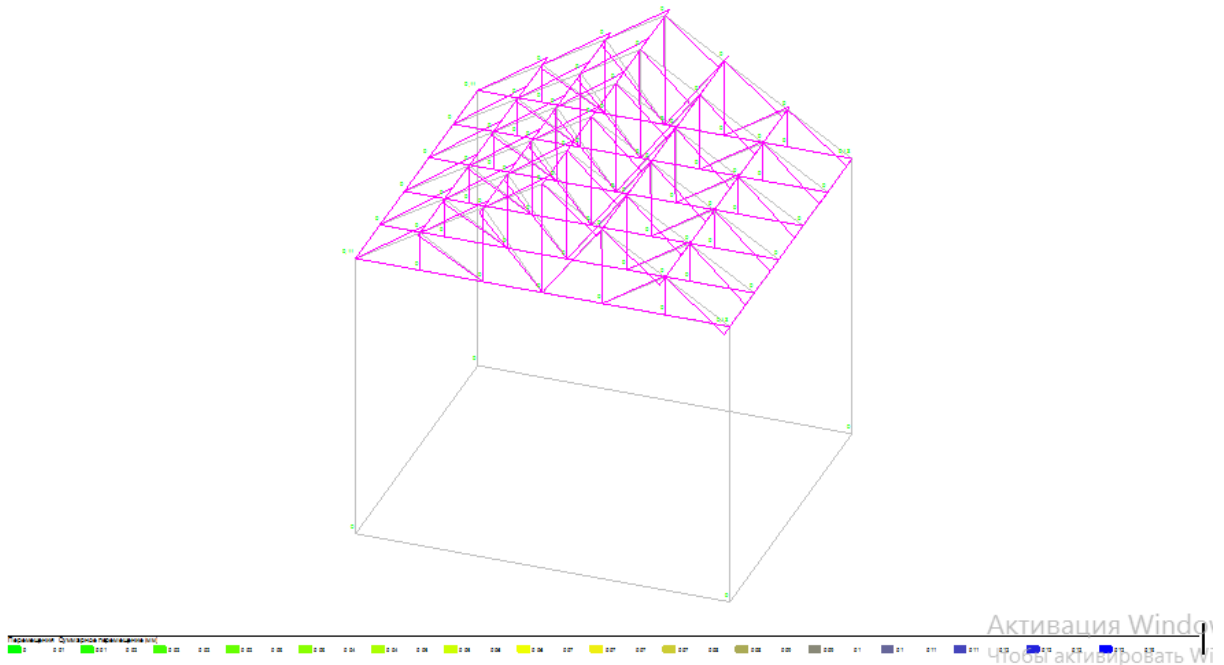


Рисунок 36 – Эпюры усилий N (кН)

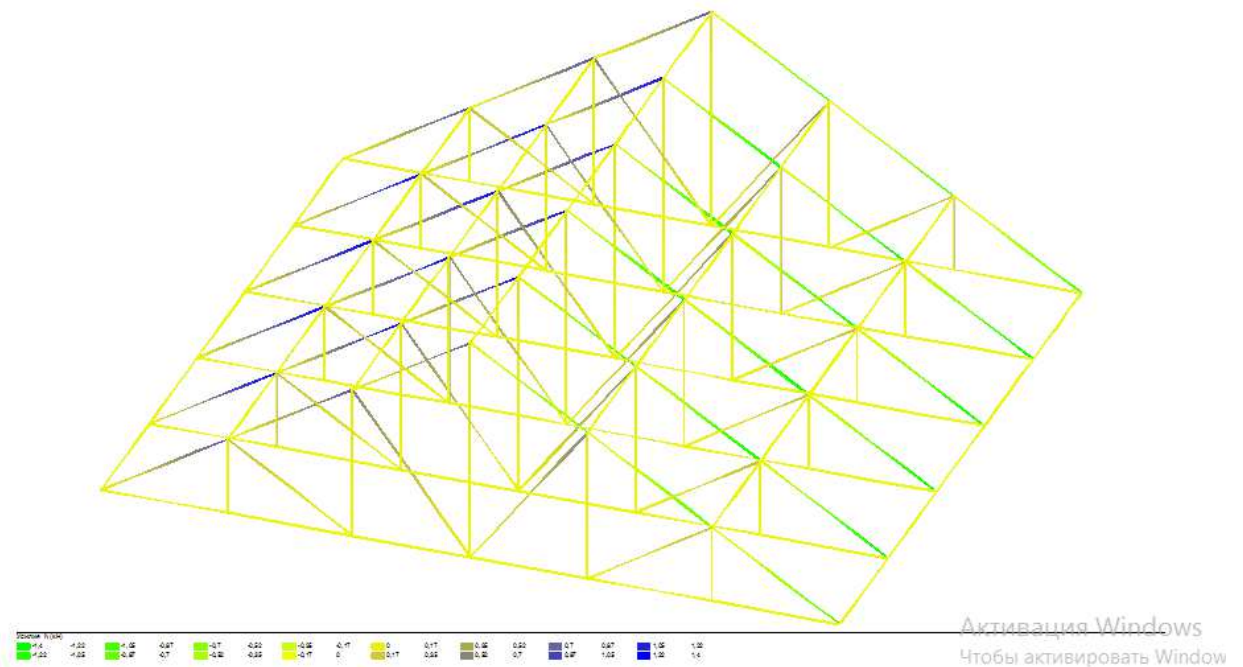


Рисунок 37 – Усилия N (кН) в ферме

Максимальное усилие N составляет 0,13 кН, в узле примыкания стены и фермы.

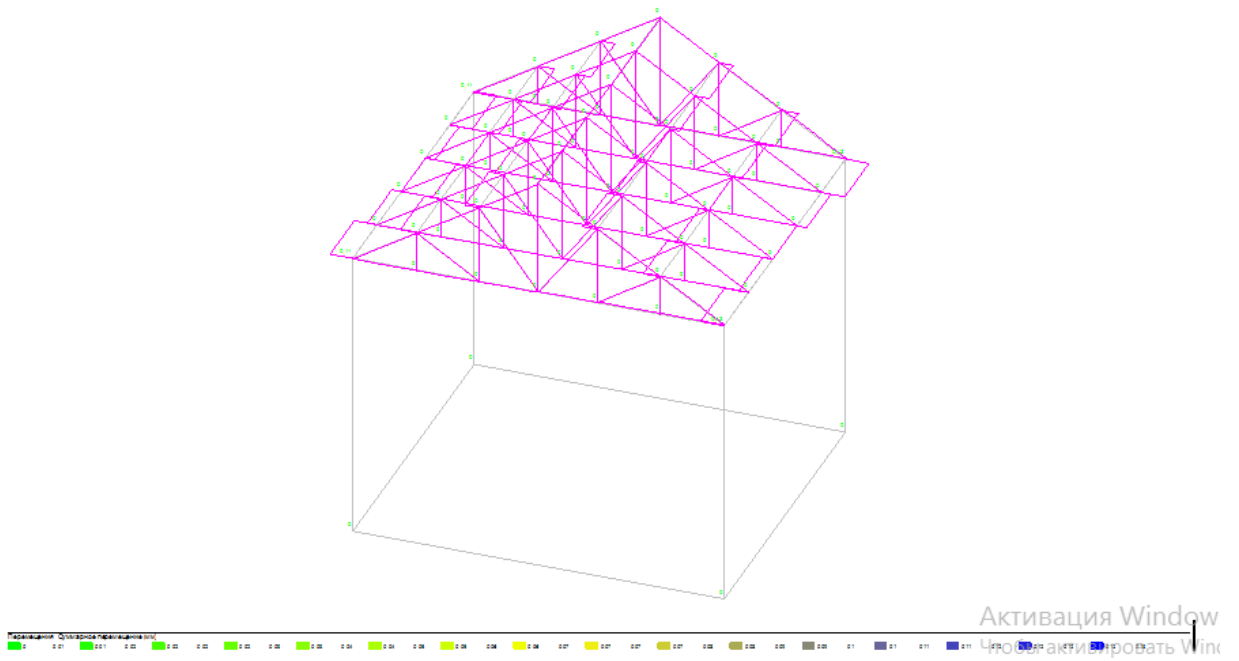


Рисунок 38 – Эпюры усилий М (кН*м)

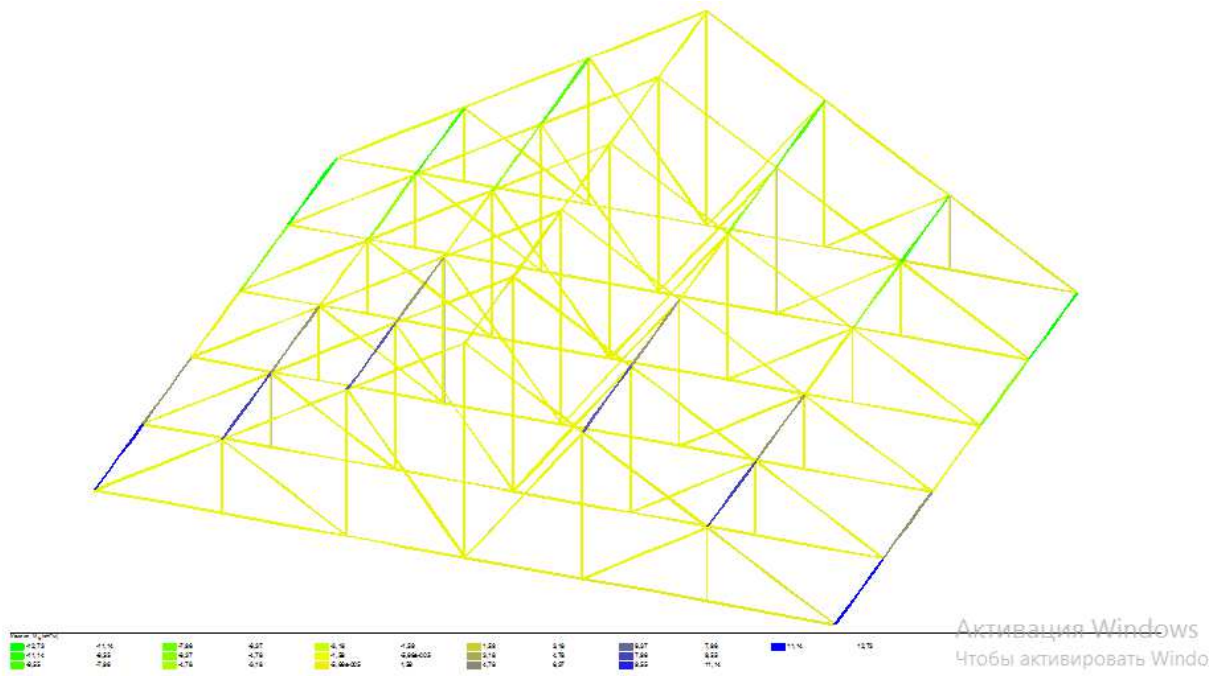


Рисунок 39 – Усилий М (кН*м) ферме

Максимальное усилие М составляет 0,13 кН, в узле примыкания стены и фермы.

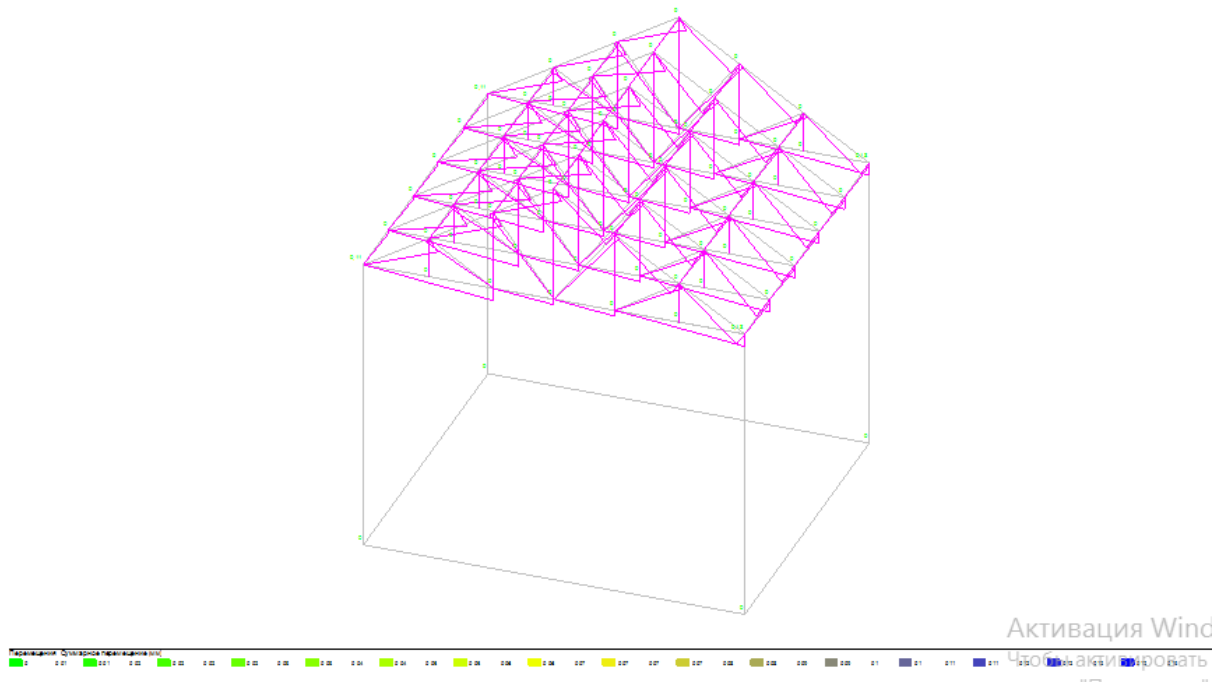


Рисунок 40 – Эпюры усилий M (кН)

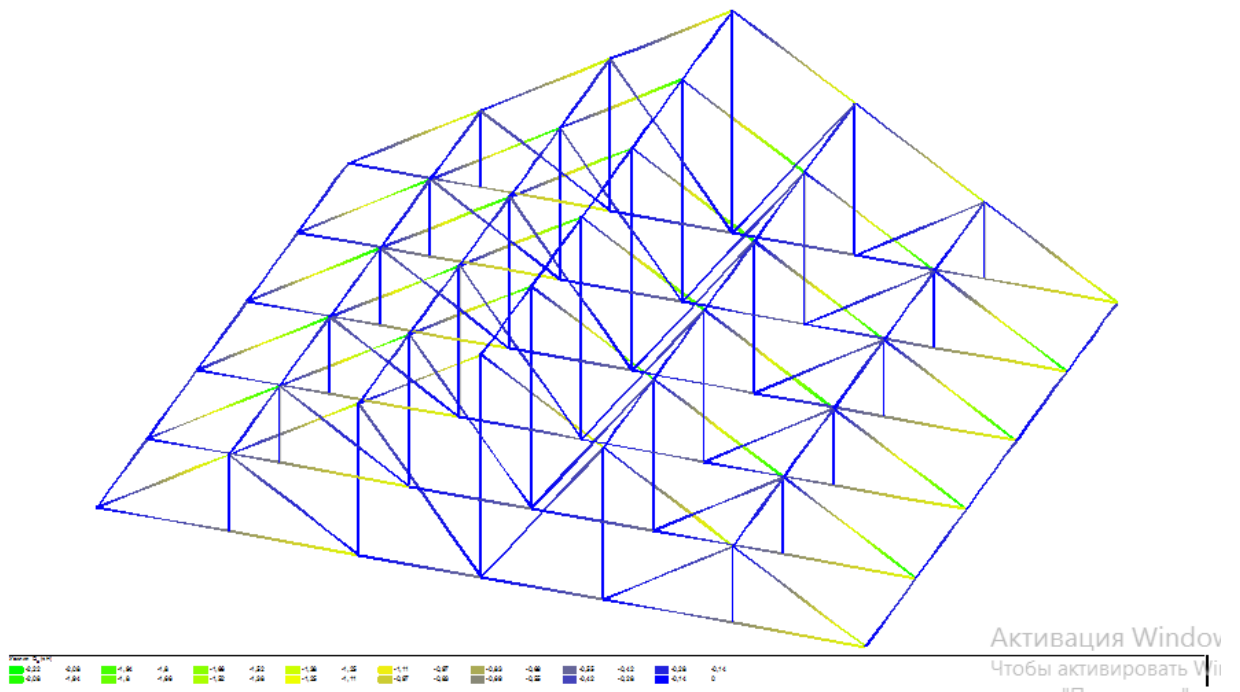


Рисунок 41 – Усилий Q (кН) ферме

Загру:	N	: СОБСТВ.	: Ч А С Т О Т Ы	: ПЕРИОДЫ	: Модальные массы (%)				
жение:	: П/П	: ЗНАЧЕНИЯ	: РАД/С	: ГЦ	: С	: Мх	: Му	: Мz	
4	1	.0085808	116.538	18.5476	.0539153	0.00	0.00	0.00	
	2	.0072233	138.4391	22.03327	.0453859	0.00	94.50	0.00	
	3	.0068453	146.0854	23.25022	.0430103	93.33	0.00	0.00	
	4	.0062309	160.4883	25.54251	.0391504	0.00	0.00	0.00	
	5	.0039592	252.5702	40.19779	.0248769	0.00	0.00	4.16	
	6	.0039444	253.5201	40.34899	.0247837	0.00	0.88	0.00	
	7	.0037987	263.2479	41.89721	.0238679	1.24	0.00	0.01	
	8	.0037706	265.2081	42.20919	.0236915	0.01	0.00	1.42	
	9	.0031178	320.7307	51.04588	.0195902	0.00	0.00	0.00	
	10	.0029637	337.4089	53.70029	.0186218	5.43	0.00	0.01	
	11	.0028876	346.3003	55.1154	.0181437	0.00	4.62	0.00	
	12	.0027572	362.6743	57.72141	.0173245	0.00	0.00	94.40	
Сумма модальных масс						-	100.00	100.00	100.00

Рисунок 42 – Частоты собственных колебаний

В результате анализа данных обнаружено, что ферма запроектирована с большим запасом прочности.

3.2.3. Техничко-экономические показатели

В результате обследования и расчетов было выявлено, что ферма была запроектирована с большим запасом прочности, но в результате осмотра выявлено, что конструкция имеет ограниченно- работоспособное состояние, с помощью дерева Исикавы рассмотрим, какие факторы повлияли на данное итоговое состояние деревянной конструкции.

Как видно из рисунка 41 на итоговое качество проекта влияют многие факторы, например, такие как качество материалов, квалификация рабочих, методы ит.д.

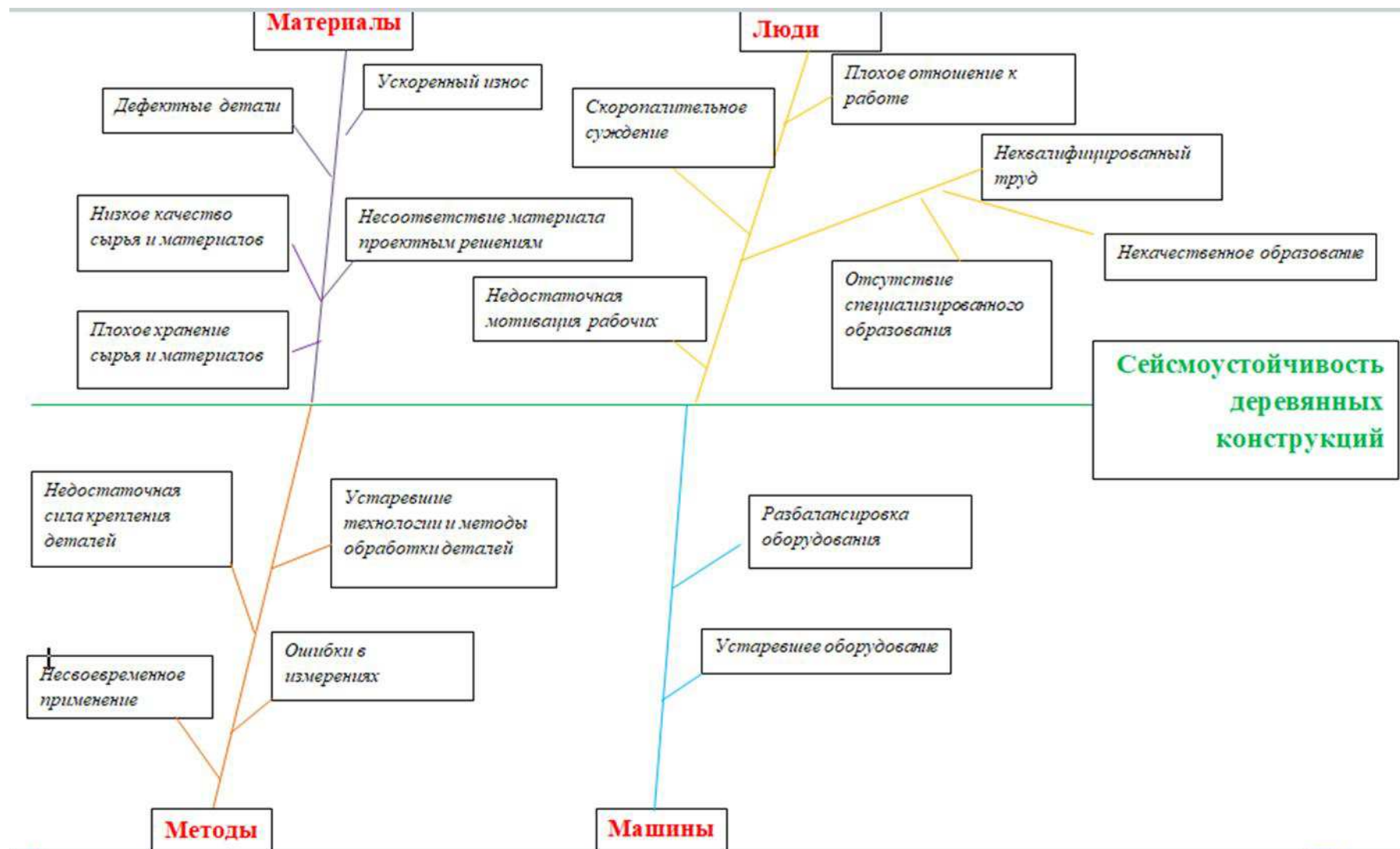


Рисунок 43 - Дерево Исикавы

Факторы, оценивающие надежность деревянных конструкций в сейсмических районах	Безопасность	Прочность и устойчивость конструкций
		огнестойкость
		Гидроизоляция конструкций
		Прочность конструкций
	Требования нормативных документов	критерий оценки предельных состояний
	Расчетные нагрузки и воздействия	
	Расчетные характеристики материалов	
Уровень проектирования	Выбор рациональных конструктивных решений	
	Правильное назначение расчетных схем и моделей	
	Соблюдение требований нормативных документов	
Качество строительно-монтажных работ	Неоднородность свойств материала	
	Отклонение от проектных геометрических размеров	
	Контроль качества изготовления	
	Точность монтажа	
	Дефекты монтажа	
	Контроль качества монтажа	
Условия эксплуатации и	соблюдения нормативных перегрузок	
	соблюдение требований технической эксплуатации зданий	
	внедрение системы планово-предупредительных ремонтов	

Рисунок 44 – Факторы, оценивающие долговечность деревянных конструкций в сейсмических районах

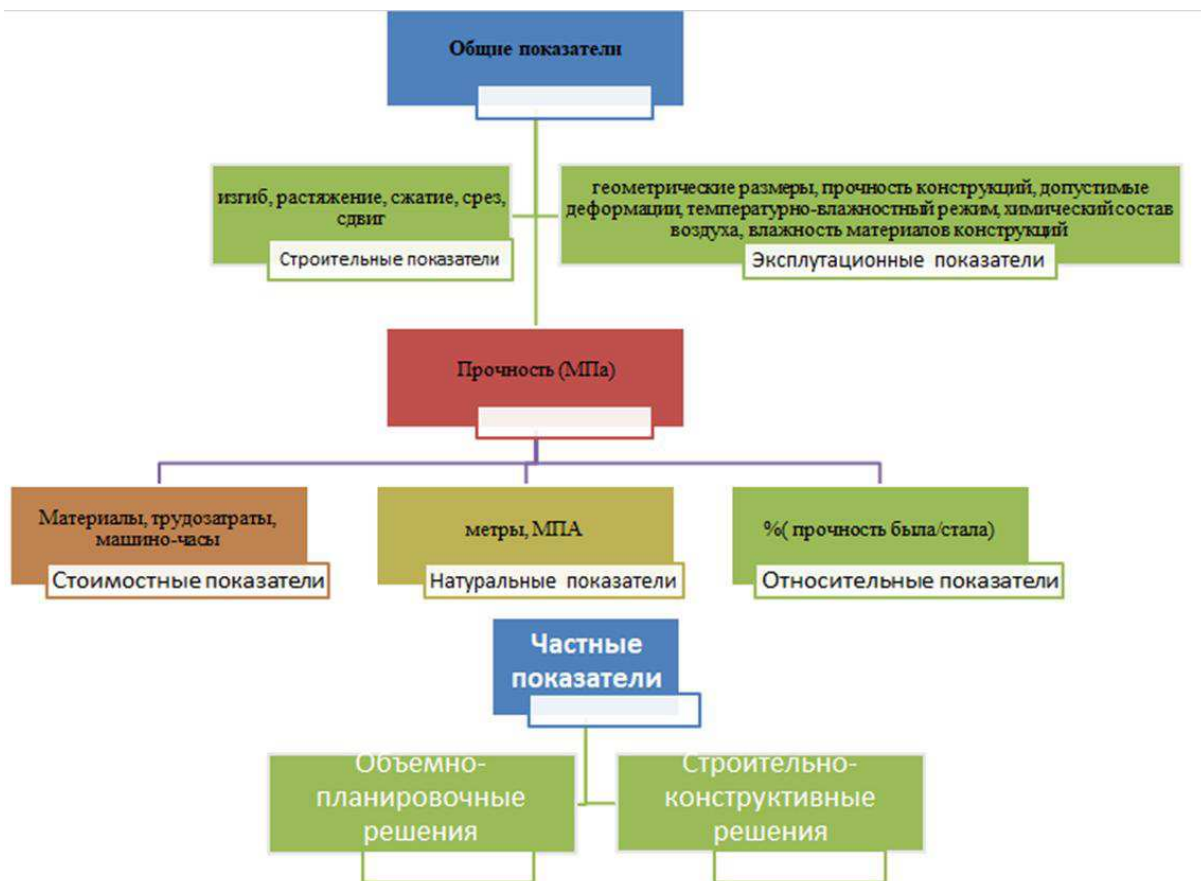


Рисунок 45 –Показатели эффективности проекта

Перед проведением оценки эффективности, профессионально определяется социальная значимость проекта. Считаются значимыми социально значимым крупные национальные, экономические и глобальные проекты.

Сильные	Технологическое преимущество; Экологичность материалов; Наличие местной сырьевой базы; Конкурентно способность продукции на мировом рынке строительных материалов	Мало изученность сейсмической активности Неквалифицированные рабочие; Высокая зависимость о наличия сырья	Слабые
Возможности	Широкие конструктивные возможности; Привлечение инвесторов (за счет новых архитектурных форм)	Увеличение сейсмоактивности (не соответствие заявленным); Запрет на вырубку деревьев	Угрозы
Перспективы	Различные формы зданий и сооружений;	Увеличение стоимости итоговой продукции	Риски

Рисунок 46 - SWOT-анализ

3.3. Выводы по главе

В результате расчетов и осмотра выявлено, что металлодеревянная конструкция фермы подлежит капитальному ремонту с усилением конструкций. Данный пример показал, что элементы конструкций рассчитываются с большим запасом прочности, но из-за дефектов монтажа и не правильной эксплуатации, элементы быстрее выходят из строя. В момент сейсмической активности данная конструкции может не выдержать нагрузку и повлечь за собой не только экономические потери, но также и человеческие жизни. В дальнейшем будет актуальна паспортизация зданий в Республике Хакасии для полной оценки сейсмостойкости гражданских и производственных зданий на сейсмоустойчивость.

4. Рекомендации для повышения сейсмоустойчивости конструкций и зданий в целом.

4.1. Микросейсмораионирование

В городе Абакан нет карты инженерно-геологических условий, а также официальной карты сейсмических зон, [45], поскольку нынешний свод правил [10] (пункт 1.4) позволяет, в порядке исключения, применять оценку шока карт OSR-2016. Это свидетельствует о небольшом изучении территории Республики Хакасия, которая находится в сейсмически активном регионе, но также подчеркивает зависимость сеймики от инженерно-геологических условий.

Сейсмическое районирование и сейсмическое микрозонирование должно возможно по 2 способам: при ускорение и при упругом перемещение горизонтальных сейсмических перемещений грунта причины. На картах сейсмических зон обязаны быть назначены для всякого ареала надлежащие (средние) регуляторные ускорения и упругие смещения

сейсмические перемещения грунта, а еще спектр их перемен изнутри региона.

Задача сейсмического микрорайонирования — директива расчетных значений ускорения и упругих смещений сейсмических перемещений грунта в спектре, обозначенном картой сейсмических зон. [25]

Таблица 8 – Сравнительная таблица по стоимости сейсмомикрорайонирования.

Условия	Стоимость, руб.	Координаты
<p>Стоимость сейсмомикрорайонирования зависит от площади участка, от этого зависит необходимое количество сейсмических профилей и точек удара. Также имеют значение сложность рельефа, транспортная доступность, режимность объекта. Стоимость данной работы на участке площадью до 1 Га при самых простых условиях</p>	<p>От 60 000</p>	<p>https://geo-zakaz.ru/ 8 (800) 333-48-05 ООО «Терра»</p>
<p>После завершения сейсмомикрорайонирования составляют карты, которые приобщаются к пакету документов по инженерному изысканию данного участка. Масштаб карты равен 1:5000, в некоторых случаях превышает указанное число. Местность делится на отдельные зоны, размеченные согласно</p>	<p>От 100 000</p>	<p>+7 (999) 004-17-87 +7 (499) 346-65-88 mail@omggeol.ru https://omggeol.ru/ ООО "OmgGeo"</p>

интенсивности сейсмических воздействий.		
Информацию, содержащуюся на таких картах, в дальнейшем учитывают при проведении последующих изысканий, при проектировании и строительстве зданий, сооружений.		

4.2. Паспортизация объектов

На стадии проектирования и строительства, рекомендую ввести паспорт объекта, в который будут отражаться особенности данного здания. Все состояния и обстоятельства защищенности объекта обязаны на всех шагах отображаться в предоставленном «паспорте», обязанность за его оглавление и надежность несет проектировщик, затем обслуживающая организация или собственник здания. [46]

Так же должен появиться раздел в техническом паспорте здания, ответственным за которое будет БТИ. В районах повышенной сейсмической активности должно быть тщательно вестись мониторинг за зданиями, когда проводился текущий, капитальный ремонт. И после каждого ощущаемого землетрясения в данные документы должны вноситься пояснения о состоянии конструкций, так как за зданиями особенно построенными до 2000 года, должен вестись мониторинг, ответственным за данное заполнения МЧС и собственник (управляющая компания).

Таблица 9 – Пример таблицы, в техническом паспорте.

Дата события	Конструкции	Изменения в конструкциях	Меры по устранению	Примечание
	Фундамент			

	Стены			
	Проемы оконные, дверные			
	Крыша			
	Инженерные коммуникации			

4.3. Методы повышения сейсмостойкости по конструктивным решениям деревянных зданий

4.3.1. Конструктивные решения: Бревенчатые и брусчатые здания

Рекомендации по сейсмостойкости бревенчатых и брусчатых зданий:

- В узлах примыкания стен врубка стен «с остатком» должна быть не менее 35 см, а в одноэтажных 25 см;
- Бревна и балки соединяются между собой шипами, изготовленными из цельного дерева или нагелями, в шахматном порядке по длине, и должны входить в кроны сруба не менее чем на 5 сантиметров.
- Кроме того, шипы и нагели монтируются возле отверстий, в углах и на пересечении стен;
- Вертикальность конструкции путем усиление верхних венцов здания в узлах здания,
- Нижний венец монтируем к цоколю, с помощью анкерных болтов, при этом обязательный монтаж в углах и запускается на сруб на 1 или 2 венца;
- Обрамление проемов, осуществляется вставкой в него замкнутого короба, для предотвращения деформации в дальнейшем окна или двери;

- При сейсмической бальности равной 9, углы пересечения стен в 2-х этажных зданиях крепят сжимами-стойками, которые соединяются сквозными болтами. Рекомендованы сжимы – не разрезные.

4.3.2. Конструктивные решения: Сборно- щитовые здания

Рекомендации для сборно-щитовых зданий при строительстве в сейсмических районах:

- Основное правило, обязана быть снабжена пространственная строгость коробки строения в целом;
- Нижняя обвязка обязаны быть агрессивно объединена с фундаментом и центрирована
- Соединение отдельных досок, образующих стенки, методом укрепления в углах косо вбитых гвоздей, двухсторонних соединительных полос из полосового железа в верхней и нижней частях доски, а в углах-двухсторонних уголков через 0,8-1,0 м высотой.;
- Перегородки проектируются сквозными, а на стыке с наружными стенами крепятся двусторонними угловыми соединениями;
- Антисейсмический пояс выполнен в виде досок, уложенных плоско и прочно прикрепленных к связующим доскам;
- Используется без прокладки конструкция ферм;
- Для обеспечения пространственной жесткости используются рашпили и горизонтальные соединения, концы стропил крепятся к мауэрлату углами.
- Если стандартная сейсмичность составляет 9 баллов, используют сплошную обвязку из железа, которая крепится к обвязке щитов.

4.3.3 Конструктивные решения: здания каркасного типа

В каркасных зданиях следует обратить внимание на:

- Стойки и раскосы закрепляются к нижней обвязке с помощью анкерных болтов и хомутов из стали, закрепленных в фундаментах;
- Применяют косую обшивку, для повышения жесткости в плоскости стен;
- Для соединения в узлах каркасных зданий используются гвозди, хомуты, накладки;
- Заполнитель стен должен быть легкий и прочно связан с элементами каркаса;
- Если осуществляется подшивка потолков досками и т.д, при балках из дерева, саму подшивку располагаем по сорок пять градусов к направлению балок;
- Лаги и накат крепят к каждой деревянной балке в междуэтажных перекрытия, в чердачных балки поверху расшивают брусками ли досками через 79-80 см.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время применение деревянных конструкций в гражданских зданиях очень распространено, а в Республике Хакасия необходимо учитывать и сейсмическую активность. На состоянии строительных конструкций влияют многочисленные факторы которые необходимо учитывать не только на стадии проектирования, но и на стадиях строительства и обслуживания здания.

Для поддержания объектов необходимо иметь постоянный контроль над техническим состоянием конструкций, элементов систем и здания в целом.

В результате расчетов и осмотра выявлено, что металлодеревянная конструкция фермы подлежит капитальному ремонту с усилением конструкций. Данный пример показал, что элементы конструкций рассчитываются с большим запасом прочности, но из-за дефектов монтажа и не правильной эксплуатации, элементы быстрее выходят из строя. В момент сейсмической активности данная конструкции может не выдержать нагрузку и повлечь за собой не только экономические потери, но также и человеческие жизни. В дальнейшем будет актуальна паспортизация зданий в Республике Хакасии для полной оценки сейсмостойкости гражданских и производственных зданий на сейсмоустойчивость.

Для поддержания объектов необходимо иметь постоянный контроль над техническим состоянием конструкций, элементов систем и зданий в целом, что возможно засчет введения в технический паспорт сведений по усилению конструкций и постоянному мониторингу

Приведены рекомендации для увеличения сейсмостойкого строительства в целом от региона не зависимо от конструктивных особенностей зданий. Это возможно благодаря микросейсморайонированию, стоимость проведения обследования не высока, но в будущем благодаря уточнению может сэкономить большое количество средств и в дальнейшем сохранит человеческие жизни.

Приведены рекомендации по сейсмоусилению деревянных зданий (брусовых, бревенчатых, сборно-щитовых, каркасных) в целом и для отдельных конструкций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кривошапко, С.Н., Пятикрестовский. К.П. Из истории строительства деревянных оболочек и их возможности в настоящем и будущем // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений-2014.- № 1- С 3-18.
2. Шведов, В.Н. Соединения деревянных элементов на нагелях крестообразного сечения, забитых огнестрельным способом: дисс. Канд. техн. наук : 05.23.01 /Шведов Владимир Николаевич.- Новосибирск, 1999. - 185 с.
3. Об утверждении республиканской целевой программы «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Республики Тыва» на 2010-2013 годы [Электронный ресурс]: постановление Правительства Республики Тыва от 21 апреля 2009 года № 169// Электронный фонд правовой нормативно-технической документации «Кодекс». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>
4. О федеральной целевой программе «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009-2018 годы»[Электронный ресурс]: постановление Правительства Российской Федерации от 23 апреля 2009 года №365// Информационно- правовое обеспечения «Гарант». – Режим доступа: <https://base.garant.ru/>
5. Воронов, А.А. Сейсмостойкость одноэтажных каркасных зданий при знакопеременном нелинейном деформировании железобетонных колон: автореф. дисс. канд.тех.наук : 05.23.01/ Воронов Андрей Анатольевич. - Казань,. 2000. 24 с.
6. Абакаров, А.Д., Курбанов, И.Б. К оценке сейсмического риска территорий // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. -2014, -№. 1(32).- С. 31-34.

7. Айзенберг, Я.М., Смирнов, В.И. Сейсмобезопасность сооружений и поселений. Инновационные решения // Градостроительство. 2013.-№ 1(23).-С. 57-64.
8. Shibaeva G., Starodubseva E. Earthquake-resistant construction in the Republic of Khakassia // Norwegian Journal of development of the International Science. 2018.- No. 16, - p. 3-7.
9. СНИП II-7-81 Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования. – Введ 01.01.1982. М: Стройиздат, 1982, - 48 с.
10. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНИП II-7-81*. Введ 25.11.2018. М: Стандартинформ, 2018, - 115 с.
11. Айзенберг Я.М. К вопросу актуализации СНиП II-7-81* // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2010.- № 4,- С. 26-30.
12. Айзенберг Я.М. Актуализированная редакция и проблемы дальнейшего развития СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2011.- №6.-С. 14-16.
13. Айзенберг Я.М. Проблемы развития карт сейсмического зонирования для строительных норм // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2012.- №6.-С. 12-14.
14. Сейсмозащитные устройства: актуальные проблемы сейсмобезопасности : монография / ред. Н. П. Абовский [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013 – 98 с.
15. Айзенберг Я.М. Заметки о развитии шкалы сейсмической интенсивности // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2013.-№ 3. -С. 14-16.
16. В Абакане произошло землетрясения 4,5 балла [Электронный ресурс] : Агентство информационных сообщений: [сайт]. – Абакан, 2011. - Режим доступа: <http://vg-news.ru>.

17. В Красноярском крае произошло землетрясение магнитудой 5,6 [Электронный ресурс]: Информационное агентство: ТАСС: [сайт]. - 2020. - Режим доступа: <https://tass.ru/sibir-news>.
18. Об утверждении республиканской целевой программы "Сейсмобезопасность территории Республики Хакасия" на 2006 - 2010 годы [электронный ресурс]: Закон Республики Хакасия от 28 июня 2006 года № 29-ЗРХ // электронный фонд правовой нормативно-технической документации «Кодекс». – режим доступа: <http://docs.cntd.ru>
19. Белаш, Т.А., Иванова, Ж.В. Деревянные конструкции в сейсмостойком строительстве зданий и сооружений (отечественный и зарубежный опыт) // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2015.- № 3, С. 57-60.
20. Мушкетов И., Каталог землетрясений Российской империи. Императорская академия наук / Мушкетов И., Орлов А. - Санкт-Петербург. 1893. 580 с.
21. Журнал "Фома" [Электронный ресурс].- 2020. - Режим доступа: <https://foma.ru/>
22. Иванова, Ж.В. Исследование сейсмостойкости каркасных деревянных зданий с учетом нелинейно-упругих и диссипативных свойств материала элементов : дисс. ... канд. техн. наук :05.23.01 / Иванова Жанна Васильевна .- Санкт-Петербург, 2000. -216 с.
23. Абакаров, А.Д., Курбанов, И.Б. К оценке сейсмического риска территорий // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2014.- № 1(32). – С. 68-77.
24. Уломов, В.И., Богданов, М.И. и др. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации. Пояснительная записка к комплекту карт ОСР-2016 и списка населенных пунктов, расположенных в сейсмоактивных зонах. 73 с.

25. Абовский, Н.П., Забродин, С.М., Краснораменская, Т.Г., Перетокин, С.А., Сибгатулин, В.Г., Худобердин, И.Р. Геодинамическое районирование основа разработки нормативов сейсмостойкого строительства на территорию «Красноярск 2020» // Вестник отделения строительных наук РААСН.- 2009. - №13. - Том. 1.-с. 5-16
26. А.А. Еманов, А.Ф. Еманов, Е.В. Лескова, А.В. Фатеев. Алтайский сейсмологический полигон // Землетрясения России в 2014 году.- 2016.- С. 94-98.
27. Жизнь в эпицентре [Электронный ресурс] // Веб-сайт Министерства культуры РФ: Культура. РФ: [сайт]. - Режим доступа: <https://www.culture.ru/>.
28. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Единая геофизическая служба Российской академии наук [Электронный ресурс] // Веб-сайт ЕГС РАН: [сайт]. - Режим доступа: <http://eqru.gsras.ru/>
29. Землетрясение в Хакасии 10 апреля 2014 года: какие последствия для региона имели место [Электронный ресурс] // Фонтанка.ру: [сайт].- 2014. Режим доступа: <https://www.fontanka.ru>
30. МЧС России Главное управление по Республике Хакасия [Электронный ресурс] // Веб-сайт МЧС России Главное управление по Республике Хакасия: [сайт].-2016. Режим доступа: <https://19.mchs.gov.ru/>.
31. Абовский Н.П., Сибгатулин, В.Г., Палагушкин В.И. и др. Сейсмогеодинамический мониторинг и конструктивная сейсмобезопасность в Красноярском крае // Сборник статей академические чтения РААСН «Безопасность строительного фонда России». - 2010.-С. 23-24.
32. Мартемьянов, А.И. Восстановление сооружений в сейсмических районах/ А.И. Мартемьянов.- Москва: Стройиздат. -1990. – 264 с.

- 33.Иванов, В.А. Конструкции из дерева и пластмасс. [Электронный ресурс] // nashaucheba.ru: [сайт].- 2014. Режим доступа: <https://nashaucheba.ru/>
- 34.Самойлов, В.С. Строительство деревянного дома.// В.С Самойлов, 2006 .- Москва: Аделант.- 384 с.
- 35.Забытые шедевры старого города [Электронный ресурс] // Веб-сайт "dio24.ru": [сайт]. Режим доступа: <http://dio24.ru/>
- 36.Косов, И.И. Применение древесины в качестве конструкционного материала в XXI веке // Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral".- 2019.- №2.- С. 235-240.
- 37.Косов И.И. Применения древесины в качестве конструкционного материала в XXI веке // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral.-2019.-№ 2.с. 16.
- 38.Кривошапко, С.Н., Пятикрестовский, К.П. Из истории строительства деревянных оболочек и их возможности настоящим и будущем // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений.- 2014.№ 1.- с. 3-18.
- 39.Иванова, Ж.В. Обеспечение надежности и безопасности деревянных зданий, применяемы для строительства в сейсмоактивных районах // Известия Петербургского университета путей сообщения.-2005.- № 3(5). С.23-28.
- 40.Кириков, Б.А. Избранные страницы истории сейсмостойкого строительства/А.Б. Кириков,1993.- Москва: Мир.-344 с.
- 41.Бирбраев А.Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость/А.Н. Бирбраев, 1998.- Санкт-Петербург: Наука.- 255 с.
- 42.СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс] // АО «Кодекс»: [сайт].- 2004. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>.

- 43.Белаш Т.А. Исследование влияния рядом стоящих зданий с различными конструктивными схемами на их сейсмостойкость // Общетехнические задачи и пути их решения.-2015.-№ 3,с. 112-118.
- 44.Городское управление образования. Администрация города Абакана. [Электронный ресурс] // guo.abakan.rf. : [сайт]. Режим доступа: <http://guo.abakan.rf/>
- 45.В первой школе Абакана — новые окна, двери и система отопления. [Электронный ресурс] // abakan-news.ru: [сайт]. Режим доступа: <https://abakan-news.ru/>
- 46.Отчет по обследованию фермы школы №1 по визуально-инструментальному обследованию стропильных конструкций части здания МБОУ «СОШ №1»/ФГАО УВО «СФУ-филиал ХТИ»; рук. Рец Ю.Н.; исполн. : гр. 34-2.- Абакан, 2019.-18
- 47.Жиляков В.Я. Повышение сейсмостойкости зданий, имеющих дефекты несущих конструкций // Комунальне господарство міст.-2017.-№ 135.-с. 7-12.
- 48.Абовский, Н.П., Сибгатулин, В.Г., Палагушкин, В.И., Инжутов, И.С, Худобердин, И.Р. Некоторые проблемы вопросы нормирования и научного обеспечения сейсmobезопасности в Красноярском крае // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений.-2010.-№ 4.
- 49.Абовский, Н.П., Палагушкина, В.И., Худобердин, И.Р., Москвичев,В.В., Сибгатулин В.Г. О проекте федерального закона: технический регламент "Безопасность зданий и сооружений" (к обсуждению проекта закона, внесенного в государственную думу, депутатами М.Л. Шаккумом, В.В. Пановым и др.) // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений.-2010.-№6.
- 50.Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. АО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ», Москва 1997.
- 51.СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07.85*»

- 52.СП 70.13330.2012. «Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87"»
- 53.ВСН 58-88(р) "Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения"
- 54.Parisi M.A. Seismic behavior and modeling of traditional timber roof structures //11th European Conference on Earthquake Engineering, 1998 Balkema, Rotterdam.
- 55.Paz M. International Handbook of Earthquake Engineering: Codes, Programs and Examples / Mario Paz, 1994. -545 p.
- 56.Polensak Anton, Kenneth M. Bastendorff. Damping in nailed joints of light-frame wood buildings. // Wood and Fiber Science, vol. 19, № 2, 1987, pp.110-125.
- 57.Preliminary Reconnaissance Report of the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake (English ed.) / The Architectural Institute of Japan, April 1995, pp. 53-56.

Магистерская диссертация выполнена мной самостоятельно.
Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в 1 экземпляре.

Библиография 57 наименований


Один экземпляр сдан на кафедру

«16» июль 2020г.


Подпись, Ф.И.О.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт -филиала СФУ
институт
Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись Г.Н. Шibaева
инициалы, фамилия
«03» 07 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Исследование работы деревянных конструкций зданий в сейсмических
районах»

тема


08.04.01 «Строительство»

код и наименование направления

08.04.01.03»Теория и проектирование зданий и сооружений»

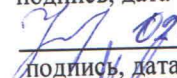
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель


подпись, дата 02.07.20 к.т.н., доцент
должность, ученая степень

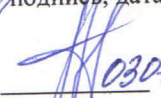
Г.Н. Шibaева
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата 02.07.20


Ю.В. Соловьeva
инициалы, фамилия

Рецензент


подпись, дата 03.07.20 Гл. инженер НО
должность, ученая степень
«МЖФ г. Абакан»

А.В. Куранов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата 02.07.20 к.т.н., доцент
должность, ученая степень

Г.Н. Шibaева
инициалы, фамилия

Абакан 2020

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ

На магистерскую диссертацию студента

Соловьевой Юлии Вячеславовны
(фамилия, имя, отчество)

выполненную на тему: Исследование работи деревянных конструкций зданий в сейсмичных районах.

1. Актуальность работы С 2003 г. РХ стало сейсмичным районом (7 баллов). Актуальным вопросом стало усиление деревянных конструкций зданий и проектирование новых с учетом сейсмички.

2. Научная новизна работы Получены новые экспериментальные данные, на основе которых сформулированы отражающие действительную работу усиленных деревянных конструкций при сейсмичном воздействии.

3. Оценка содержания магистерской диссертации Магистерская диссертация выполнена в полном объеме в соответствии с требованиями, предъявляемыми к магистерским диссертациям по направлению 08.04.01 Строительство.

4. Положительные стороны работы

5. Замечания к работе Следовало бы разработать конструктивные рекомендации по усилению узлов опорных элементов и узлов деревянных зданий.

6. Рекомендации по внедрению работы

7. Рекомендуемая оценка работы отлично

8. Дополнительная информация для ГАК -

РУКОВОДИТЕЛЬ

(подпись)

Г. Н. Шibaева

(фамилия, имя, отчество)

к.т.н., зав. кафедрой «Строительство»

(ученая степень, звание, должность, место работы)

« 03 » июля 2020 г.
(дата выдачи)

**РЕЦЕНЗИЯ
НА МАГИСТЕРСКУЮ ДИССЕРТАЦИЮ**

*Соловьевой Юлии Владиславовне
Хакасского технического института – филиал СФУ
Кафедра «Строительство»*

*Выполненная на тему: «Исследование работы деревянных конструкций
зданий в сейсмических районах»*

Республика Хакасия расположена в сейсмоактивной зоне, изучение и строительство в нашем регионе сейсмостойких зданий началось с 2000 года, в связи с этим данная диссертация актуальна.

Диссертация Соловьевой Юлии Владиславовны является результатом упорной работы в магистратуре по направлению «Теория и проектирование зданий и сооружений».

Магистрант показал себя грамотным, подготовленным к проведению серьёзных научных исследований, о чем свидетельствует данная магистерская диссертация.

Магистерская работа является актуальной, что подтверждает востребованностью новых научных исследований в данной области. Стиль и язык изложения в магистерской диссертации Соловьевой Ю.В. соответствует требованиям, предъявляемым к квалификационным работам магистрантов.

Сформулированы цели, задачи на основе анализа существующих инженерных конструкций и проектных решений. На основании анализа вынесены рекомендации, которые актуальны для нашего региона.

В качестве замечания: стоило провести обследование полностью деревянного здания.

Магистрант Соловьева Ю.В. заслуживает присвоения звания магистра по направлению 08.04.01 «Строительство» магистерской программы 08.04.01.03 «Теория проектирования зданий и сооружений», а работа «Исследования работы деревянных конструкций зданий в сейсмических районах – оценки «Отлично».

Главный инженер НО «МЖФ г. Абакан»
(должность)


подпись

А.В. Куранов
(Ф.И.О.)



02 » 07 2020г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ
О ДОПУСКЕ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ К ЗАЩИТЕ**

Вуз (точное название) Хакасский технический институт-филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
Кафедра «Строительство»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заведующего кафедрой _____ Строительство
(наименование кафедры)

_____ Шибяевой Галины Николаевны
(фамилия, имя, отчество заведующего кафедрой)

Рассмотрев магистерскую диссертацию студента группы № 38-3
_____ Соловьевой Юлии Владиславовны
(фамилия, имя, отчество студента)

Выполненную на тему: Исследование работы деревянных конструкций
_____ зданий в сейсмических районах.

По реальному заказу _____
(указать заказчика, если имеется)

С использованием ЭВМ: Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Excel
(название задачи, если имеется)
2007, AutoCAD 2019, SCAD Office, Internet.

Положительные стороны работы: глубоко исследована тема сейсмостойкости
деревянных конструкций. Проведены численные исследования по
сейсмостойкости деревянных конструкций программным комплексом SCAD
Office.

В объеме _____ листов магистерской диссертации, отмечается, что работа
выполнена в соответствии с установленными требованиями и допускается
кафедрой к защите.

Зав. кафедрой  Г.Н. Шибяева

« 03 » _____ 04 _____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ

на магистерскую диссертацию Соловьевой Юлии Владиславовны
(фамилия, имя, отчество)

На тему: «**Исследование работы деревянных конструкций зданий в сейсмических районах**»

Актуальность тематики и ее значимость: Около 80 % зданий на территории Республики построены до 2000 года и с применением деревянных конструкций, без учета сейсмики. В результате остро встал вопрос по усилению существующих конструкций и проектировании новых зданий с учетом сейсмостойкости.

Использование ЭВМ: Во всех основных расчетных разделах магистерской диссертации, при оформлении пояснительной записки и графической части использованы стандартные строительные программы ЭВМ: Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Excel 2007, AutoCAD 2019, SCAD Office, Internet.

Качество оформления: Пояснительная записка и чертежи выполнены с высоким качеством ЭВМ. Распечатка работы сделана на лазерном принтере с использованием цветной печати для большей наглядности диаграмм, графиков и схем. Оформлено согласно СТО 4.2.07-2014.

Оценка достигнутого результата: цели и задачи магистерской диссертации были достигнуты и решены.

Освещение результатов работы: Результаты исследований изложены последовательно, носят конкретный характер и освещают все этапы исследования.


Степень авторства: Содержание магистерской диссертации разработано автором самостоятельно. Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Автор магистерской диссертации


(подпись)

Ю.В. Соловьева
(фамилия, имя, отчество)

Научный руководитель


(подпись)

Г.Н. Шибаева
(фамилия, имя, отчество)

ANNOTATION

Master's thesis by Soloveva Yulia Vladislavovna
(Full Name)

Theme: “Research of the work of wooden structures of buildings in seismic areas”

The relevance of the topic and its significance: About 80 % of the buildings on the territory of the Republic were built before 2000 and with the use of wooden structures, without taking into account seismics. As a result, the issue of strengthening existing structures and designing new buildings with seismic resistance in mind has become acute.

Use of computer: In all basic sections of the master's thesis, the standard computer building programs were used to complete the explanatory note and the graphic part: Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Excel 2007, AutoCAD 2019, SCAD Officer, Internet Explorer.

Quality of design: The explanatory note and drawings are made with high quality computers. The printout of the work was done on a laser printer using color printing for greater clarity of charts, graphs and diagrams. The work was executed in accordance with STO 4.2.07-2014.

Evaluation of the achieved results: The goals and objectives of the master's thesis were achieved.

Coverage of the work results: The research results are presented sequentially. They are specific and cover all stages of the study.

Authorship: The content of the master's thesis was developed by the author independently. The materials and concepts used in the work are from published scientific literature and other sources and have references to them.

Author of the master's thesis



(signature)

Y.V. Soloveva
(last name, first name, patronymic)

Scientific supervisor



(signature)

G.N. Shibaeva
(last name, first name, patronymic)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Исследование работы деревянных конструкций зданий в сейсмических районах» содержит 94 страницы текстового документа, 9 таблиц, 22 рисунков, 57 использованных источников.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Предметом исследования является сейсмоустойчивость деревянных конструкций.

Объектом исследования являются стропильные конструкции части здания школы расположенной в Республике Хакасия, г. Абакан.

Цель:

расчетно-теоретическое обоснование целесообразности усиления деревянных конструкций в районах повышенной сейсмической активности.

Задачи:

- Провести анализ поведения деревянных конструкций во время землетрясения в соответствии с данными, доступными в литературных источниках;
- Проанализировать способы усиления узлов деревянных конструкций в сейсмоактивных районах;
- получить новые экспериментальные данные, которые полностью отражают реальную работу методов, разработанных для укрепления деревянных конструкций под воздействием кратковременных и долговременных нагрузок;
- Выполнить экспериментальную оценку механических свойств основных элементов и узлов деревянных зданий на статическую и динамическую нагрузки;
- Разработать практические рекомендации по усилению узлов деревянных конструкций в сейсмоактивных районах.

Научная новизна:

Получены новые экспериментальные данные, на основе численного моделирования, отражающие действительную работу усиленных деревянных конструкций при сейсмическом воздействии.


Практическая значимость:

– Результаты исследования могут быть использованы в инженерной практике через проектные, испытательные, обслуживающих организациях при проектировании, обследовании и обслуживании сейсмостойких зданий, способных воспринимать землетрясения без предварительного ремонта и усиления при одновременном снижении экономических затрат на этапах строительства и эксплуатации

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Хакасский технический институт – филиал СФУ
институт
Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


подпись Г.Н. Шibaева
инициалы, фамилия
«25» 09 2018г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту (ке) Соловьевой Юлии Владиславовне
(фамилия, имя, отчество студента(ки))

Группа 38-3 Направление (специальность) 08.04.01.03
(код)

«Теория и проектирование зданий и сооружений»
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы «Исследование работы деревянных конструкций зданий в сейсмических районах»

Утверждена приказом по университету № 748 от 25.09.18; № 685 от 26.09.19

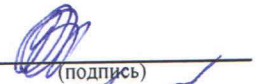
Руководитель МД Г.Н. Шibaева, к.т.н., доцент кафедры, ХТИ – филиал СФУ
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для МД: теоретические исследования в области сейсмостойкости деревянных зданий.

Перечень разделов МД: Глава 1 . Современное состояние исследуемого вопроса. Глава 2 Оценка сейсмостойкости деревянного здания с использованием существующих методов. Глава 3 Экспериментальные и расчетные исследования деревянных конструкций на сейсмическое воздействие. Глава 4 Рекомендации по повышению сейсмоустойчивости деревянных конструкций.

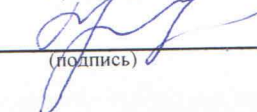
Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей плакатов, слайдов: 7 листов

Руководитель МД


(подпись)

Г.Н. Шibaева
(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению


(подпись)

Ю.В. Соловьева
(инициалы и фамилия)