ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
им. В.А. КУЧЕРЕНКО
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАНЦИЙ ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ (ИСС)

УТВЕРЖДЕНЫ

Директором ЦНИИСК им. Кучеренко
16 декабря 1983 г.

gost.e-ecolog.ru

МОСКВА–1984

УДК 699.841:727.915

Рекомендованы к изданию решением секции "Сейсмостойкость сооружений" Научно-технического совета ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР и рабочей группой "Инженерно-сейсмометрическое обеспечение зданий и сооружений" Междуведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству при Президиуме АН СССР.

Рекомендации по организации и эксплуатации станций инженерно-сейсмометрической службы (ИСС) / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М.: 1984, с. 74.

Определены задачи инженерно-сейсмометрической службы, организационная структура станции, работы по эксплуатации станции.

Представлены рекомендации по размещению измерительных пунктов на сооружениях, сведения о комплектации станций ИСС сейсмоизмерительной аппаратурой, технической организации измерительных пунктов и регистрационного помещения, параметрах аппаратуры, настройке сейсмометрических каналов.

Приведен перечень регламентных работ, производимых на станциях ИСС, и изложены требования к выходной информации, отправляемой в Центр хранения, обобщения и анализа.

Рекомендации предназначены для инженерно-технического персонала станций ИСС на зданиях и научных сотрудников, занятых в области сейсмостойкого строительства.

© ЦНИИ строительных конструкций им. В.А.Кучеренко, 1984

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие рекомендации составлены взамен разделов 1 и 2 "Руководства по сбору, обработке и использованию инженерно-сейсмометрической информации" (Стройиздат, 1980).

Рекомендации содержат требования по размещению измерительных пунктов на сооружениях в зависимости от конструктивного решения, количества этажей и габаритов здания, сведения о сейсмоизмерительной аппаратуре, используемой на станциях ИСС, и способах ее крепления к конструкциям. Представлена методика определения параметров измерительных каналов, приведены режимы их работы. Дан перечень регламентных работ, проводимых на станциях ИСС, и изложены требования к выходной информации, отправляемой в Центр исследований в области сейсмостойкости зданий и других сооружений ЦНИИСК им. Кучеренко для централизованного хранения, обобщения и анализа.

Рекомендации разработаны ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР (д-р техн.наук С.В.Поляков, кандидаты техн.наук Г.А.Алиев, Б.Е.Денисов, А.М.Кахновский, Г.В. Мамаева, М.В.Федяков, С.Н.Федякова, канд.физ.-мат.наук В.М.Дорофеев, инженеры Л.Н.Дорофеева, Е.Б.Егоров, В.И.Морозов, В.А.Нестеров, Е.И.Полякова, Т.З.Раджабова, К.А.Тумасян, О.В.Чумичева).

В составлении Рекомендаций принимали участие следующие институты: Казпромстройниипроект Госстроя СССР (д-р техн.наук Т.Ж.Жунусов, инж. Ю.Н.Букреев), Крымниипроект Госстроя УССР (инж. Ю.Н.Шуляк), Научно-исследовательский институт по строительству и архитектуре Госстроя АрмССР (д-р техн.наук Э.Е.Хачиян, инженеры О.К.Погосян, А.М.Хачян), Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН АрмССР (д-р физ.-мат.наук С.С.Дарбинян, канд.техн.наук Л.А.Мхитарян), ТбилЗНИИЭП Госгражданстроя (канд.техн. наук А.Л.Багманян, инж. Г.Ш.Чанукваадзе), ТашЗНИИЭП Госгражданстроя (кандидаты техн.наук Ф.А.Валиев, В.А.

Ржевский, инж. В.В.Черных), Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т.Уразбаева АН УзбССР (д-р техн.наук В.Т.Рассказовский, кандидаты техн. наук И.Х.Алиев, Х.К.Касимов, инж. Б.А.Турдалиев), Филиал ВНИИАЭС НПО "Энергия" (инж. Н.З.Есаян). Институт сейсмостойкого строительства Госстроя Туркменской ССР (канд.техн.наук В.С.Преображенский, инж.В.Е.Береда), Магнитогорский горно-металлургический институт им. Г.И.Носова Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР (канд. техн. наук В.Х.Пергамент), Институт геофизики и геологии АН Молд.ССР (канд.физ.-мат.наук А.А.Роман, инж. В.Г. Догару), ГосНИИСредАзпромзернопроект Министерства заготовок СССР (инж. В.П.Даугавет).

Замечания и предложения по содержанию Рекомендаций направлять по адресу: 109389, 2-я Институтская ул., д.6, ЦНИИСК им.Кучеренко. Центр исследований в области сейсмостойкости зданий и других сооружений.

Дирекция ЦНИИСК им.Кучеренко

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Задачей инженерно-сейсмометрической службы (ИСС) страны является получение информации о колебаниях сооружений и прилегающих участков грунта при землетрясениях.

Получаемая информация ИСС применяется

а) в теории сейсмостойкого строительства в качестве:

- базы теоретических разработок для совершенствования методов расчета сооружений на сейсмические воздействия;

- критерия проверки результатов научных исследований и практических расчетов на сейсмостойкость;

- основания для разработки методики лабораторных и полигонных испытаний конструкций и материалов на сейсмические воздействия;

б) в практике сейсмостойкого строительства в качестве исходного материала:

- для уточнения существующих нормативных положений;

- для инженерной оценки интенсивности землетрясений.

1.2. Инженерно-сейсмометрическая служба страны состоит из Центра исследований в области сейсмостойкости зданий и других сооружений ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР (Центр сейсмостойкости ЦНИИСК) и сети станций ИСС, расположенных в различных сейсмоактивных районах страны, которые обслуживаются республиканскими научно-исследовательскими, проектными и учебными институтами.

1.3. В Центр сейсмостойкости ЦНИИСК поступает вся информация, полученная на станциях ИСС, независимо от их ведомственной подчиненности. В нем функционирует всесоюзный банк инженерно-сейсмометрической информации, где поступающая информация обрабатывается, классифицируется, обобщается и анализируется. Обработанная информация ИСС выдается всем заинтересованным организациям по их запросам.

Центр сейсмостойкости ЦНИИСК на основе информации госстроев союзных республик и заинтересованных министерств и ведомств СССР формирует на пятилетку план развития сети станций ИСС, который после утверждения Госстроем СССР и Президиумом АН СССР становится обязательным для выполнения на всей территории страны.

1.4. Научно-исследовательские организации, на которые по поручению госстроев союзных республик, министерств и ведомств СССР возлагается эксплуатация инженерно-сейсмометрических станций, выдают по согласованию с Центром сейсмостойкости ЦНИИСК проектным организациям задание на проектирование станций ИСС; контролируют внесение в смету сооружений, на которых организуются станции ИСС, расходов на приобретение сейсмометрической аппаратуры и на выполнение строительно-монтажных работ, связанных с ее установкой; своевременно подают в Центр сейсмостойкости ЦНИИСК заявки на сейсмоаппаратуру для комплектации новых станций ИСС и модернизации действующих станций; осуществляют установку, наладку и тарировку аппаратуры на станциях; составляют паспорт станции ИСС; высылают полученную на станциях ИСС информацию в Центр сейсмостойкости ЦНИИСК. Необходимый штат для эксплуатации соответствующего числа станций ИСС и объемы финансирования регламентируются настоящими Рекомендациями (табл. 1).

2. ОРГАНИЗАЦИЯ СТАНЦИИ ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Структура станции ИСС

2.1. Сейсмометрическая аппаратура, установленная на элементах сооружения, а также на грунте вблизи этого сооружения, аппаратура и оборудование регистрационного помещения, каналы связи, объединенные в комплекс регистрации движений элементов сооружения и участков прилегающего грунта при землетрясениях, представляют собой инженерно-сейсмометрическую станцию.

Таблица 1

Число станций ИСС[1]	Штат					Объем финансирования в год на эксплуатацию станций (тыс.руб.)
	ст. инженер	инженер	ст. техник	рабочий	шофер	
1		1				3
2		1	1			5
3		1	1			5,5
4	1	1	1			9
5	1	1	1	1	1	11
6	1	1	1	1	1	12
7	1	2	1	1	1	15
8	1	2	2	1	1	16,5
9	2	2	2	1	1	20
10	2	3	2	2	1	23
11	2	3	2	2	1	25
12 и более[2]	2	3	2	2	1	25,5

[1] Станция ИСС состоит из пяти измерительных пунктов.

[2] При большем количестве станций вопрос о штате и объемах финансирования решается по специальному согласованию.

Примечание. Если количество измерительных пунктов на одной станции ИСС больше пяти, то стоимость эксплуатации, указанная в табл. 1. умножается на поправочный коэффициент, равный отношению $n/5$, где n – количество измерительных пунктов на существующей станции.

2.2. Инженерно-сейсмометрическая станция состоит из измерительных пунктов, расположение которых определяется разделом 2 настоящих рекомендаций, регистрационного помещения (включая аккумуляторную и фотокомнату) и каналов связи, соединяющих аппаратуру измерительных пунктов с приборами регистрационного помещения.

2.3. На станции ИСС должно осуществляться: автоматическое включение аппаратуры находящейся в ждущем режиме станции при заданных уровнях колебаний грунта; синхронизация в записях движения элементов сооружения и прилегающих участков грунта на всех измерительных пунктах; регистрация поведения элементов сооружения и движения грунта в заданном интервале интенсивности землетрясений; автоматическое энергоснабжение станции во всех условиях работы; функциональный контроль работоспособности станции. Рекомендуемая структурная схема инженерно-сейсмометрической станции приведена на рис. 1.

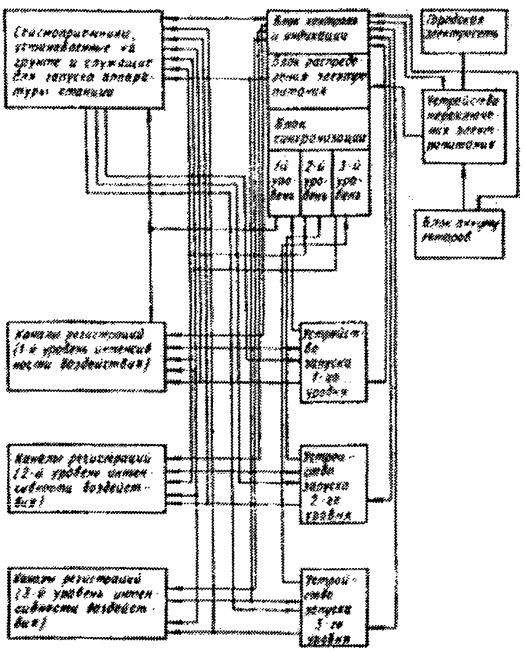


Рис.1. Структурная схема инженерно-сейсмометрической станции

Размещение измерительных пунктов

2.4. Расположение измерительных пунктов на сооружениях и грунте рекомендуется осуществлять для основной части станций ИСС (типовые сооружения) в соответствии с моделями рис. 2. На особо ответственных зданиях и сооружениях (согласно пункту I табл.3 СНиП II-7-81), а также сооружениях экспериментального строительства допускается иное расположение измерительных пунктов, обеспечивающее регистрацию более детального поведения сооружений во время землетрясений. Проекты расположения измерительных пунктов на сооружениях и грунте для всех станций ИСС согласуются с Центром сейсмостойкости ЦНИИСК.

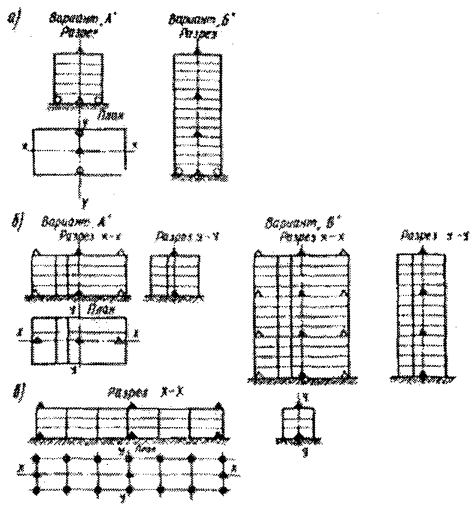


Рис.2. Схемы расстановки сейсмоаппаратуры на зданиях различной конструкции, этажности и протяженности в плане (▲ – сейсмоприемники, регистрирующие колебания по x, y, Z ; Δ – то же, по x, y; ○ – то же, по Z ; ◭ – то же, по x, Z)

2.5. На каркасных железобетонных зданиях с навесными панелями и каркасно-панельных зданиях, на крупнопанельных, крупноблочных, кирпичных и каменных зданиях высотой до 6 этажей включительно при отношении длины здания к его ширине не более 3 размещение

измерительных пунктов рекомендуется осуществлять в 5 точках в соответствии с моделью (а) рис. 2 настоящих рекомендаций. Два измерительных пункта на покрытии и фундаменте устанавливаются по одной вертикальной оси здания вблизи его центра жесткости, в них производится регистрация горизонтальных компонент движения. Еще два измерительных пункта, в которых производится регистрация вертикальной компоненты колебаний, устанавливаются на фундаменте в плоскости малой оси здания, проходящей через его центр жесткости, на равных удалениях от этого центра. Измерительный пункт на грунте устанавливается в соответствии с п. 2.8 настоящих рекомендаций.

2.6. На зданиях крупнопанельных, крупноблочных, каркасных, из монолитного железобетона, кирпичных, каркасных железобетонных с навесными панелями и каркасно-панельных с симметрично расположенными диафрагмами высотой более 8 этажей при отношении длины здания к его ширине не более 3 размещение измерительных пунктов рекомендуется осуществлять по схеме, изложенной в пункте 2.5 настоящих рекомендаций по одной вертикальной оси с пунктами на покрытии и фундаменте, в которых регистрируются горизонтальные компоненты движения из расчета установки одного измерительного пункта на 3–4 этажа здания.

2.7. На всех типах зданий с резкой ассиметрией в плане (жесткостей, масс) размещение измерительных пунктов рекомендуется осуществлять в соответствии с моделью (б) рис. 2 настоящих рекомендаций. Количество измерительных пунктов зависит от высоты здания и выбирается из расчета: три измерительных пункта на 3–4 этажа здания. Измерительные пункты располагаются в плоскости большой оси здания. Измерительные пункты, располагаемые по вертикальной оси здания вблизи его геометрического центра, регистрируют три взаимно-перпендикулярные компоненты, а измерительные пункты, им соответствующие и расположенные в указанной вертикальной плоскости, на тех же перекрытиях регистрируют горизонтальные компоненты движения и располагаются симметрично относительно

центральных измерительных пунктов по соответствующей вертикальной оси для всех перекрытий. Измерительный пункт на грунте устанавливается в соответствии с пунктом 2.9 настоящих рекомендаций.

2.8. На крупнопанельных, крупноблочных, кирпичных и каменных зданиях высотой до 6 этажей с отношением длины здания к его ширине более 3 и многопролетных каркасных промышленных зданиях высотой от 1 до 3 этажей размещение измерительных пунктов рекомендуется осуществлять в соответствии с моделью (в) рис. 2 настоящих рекомендаций. Измерительные пункты размещаются в плоскости большой оси здания, причем, располагаемые по вертикальной оси вблизи центра жесткости здания на покрытии, фундаменте и грунте, регистрируют три взаимно-перпендикулярные компоненты движения, а остальные измерительные пункты на покрытии и фундаменте регистрируют по две компоненты - вертикальную и горизонтальную перпендикулярную большой оси здания. Количество измерительных пунктов определяется длиной здания и выбирается из расчета: два пункта на покрытии и два на фундаменте (по одной вертикальной оси соответственно) на каждой длине в три ширины здания.

2.9. Измерительный пункт на грунте рекомендуется оборудовать на расстоянии 10-15 м от здания на глубине 3 м. При невозможности установки измерительного пункта на грунте на указанном расстоянии его рекомендуется оборудовать вблизи центра здания на глубине 1-1,5 м ниже подошвы фундамента.

Комплект сейсмоизмерительной аппаратуры

2.10. Станции инженерно-сейсмометрической службы комплектуются выпускаемой отечественной промышленностью серийной аппаратурой, которая должна осуществлять регистрацию движения элементов сооружения и грунта, начиная с интенсивности землетрясений 3 балла.

2.11. Минимальный (базовый) рекомендуемый комплект аппаратуры станции ИСС, содержащий пять измери-

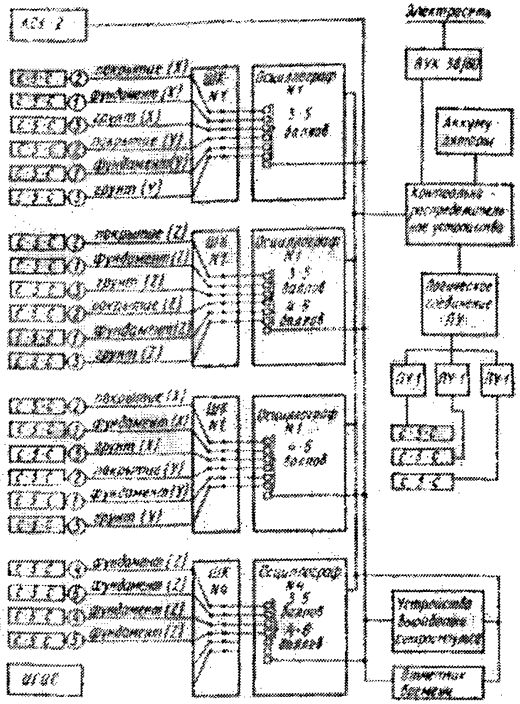


Рис.3. Блок-схема станции ИСС (цифры, обведенные в кружки, указывают месторасположение измерительных пунктов: 1, 2 – на фундаменте и покрытии по одной вертикали вблизи центра жесткостей; 3 – на грунте; 4, 5 – на фундаменте в плоскости малой оси плана здания)

тельных пунктов и рассчитанный на регистрацию колебаний зданий и грунта при землетрясениях интенсивностью до 7 баллов, представлен в табл.2 (допускается замена на аналогичную по техническим параметрам аппаратуру). На рис. 3 дана типовая схема станции ИСС.

2.12. Комплект аппаратуры для оборудования станции ИСС аналогичной, описанной в пункте 2.11 настоящих рекомендаций, но рассчитанной на регистрацию колебаний здания и грунта при землетрясениях до интенсивностей больше 7 баллов, рекомендуется расширить набором приборов (вариант 1 или 2) в соответствии с табл. 3.

2.13. Для станций ИСС, имеющих большее число измерительных пунктов с регистрацией трех взаимно-перпендикулярных компонент и рассчитанных на запись колебаний здания и грунта до интенсивности 7 баллов, комплект сейсмоизмерительной аппаратуры реко-

Таблица 2

Прибор, оборудование	Тип	Количество
Сейсмоприемник	С-5-С (СМ-3)	25
Акселерометр	АСЗ (ССРЗ)	1
Многомаятниковый сейсмометр	ИГИС	1
Осциллограф	Н-044.3	4
Гальванометр	ГБ-Ш (ГБ-1У-Б-3)	22
Шунтовая коробка	ШК-2	4
Автопусковое устройство	ПУ-1	3
Блок питания	П001	1
Аккумуляторы	10 КН-125	3
Зарядно-буферное устройство	ВУК-38/60	1
Кабель	ШРПС-0,75 мм^2 (КСРГ) (КСРБ)	3 км
Провод монтажный	ПМГП-0,75 мм^2 (МГП)	3 км
Электро-контактные часы	МЧ-62	1

Таблица 3

	Прибор	Тип	Коли-чество
Вариант 1	Акселерограф	АС3-2	2
		ССРЗ-М или АС3-1	1
	Виброграф	ВБП-3	2
	Гальванометр	ГБ-Ш-3	2
	Осциллограф	Н044.3	1
	Аккумулятор	10КН-125	3
Вариант 2	Сейсмоприемник	ОСП-2М	3 комплекта
	Виброграф	ВБП-3	2
	Осциллограф	Н044.3	2
	Шунтовая коробка	ШК-2	2
	Гальванометр	ГБ-Ш-3	2
		ГБ-1У-Б-3	9
	Аккумулятор	10КН-125	3

мендуется расширить из расчета на один измерительный пункт – 6 сейсмоприемников типа С-5-С, 6 гальванометров ГБ-Ш, шунтовая коробка ШК-2, осциллограф Н-044.3, аккумулятор 10КН-125. На станциях ИСС, рассчитанных на регистрацию колебаний здания и грунта при землетрясениях до интенсивности более 7 баллов, рекомендуется в каждом дополнительном измерительном пункте устанавливать ССРЗ-М или АСЗ-1. При комплектации станций ИСС допускается замена рекомендуемой аппаратуры на аналогичную по техническим параметрам.

2.14. Аппаратура станции ИСС работает в ждущем режиме. Включение приборов производится автоматическими пусковыми устройствами, которые в комплекте с пусковыми сейсмоприемниками позволяют производить многократную запись, обеспечивая автоматическое включение и выключение станции при каждом землетрясении. Для повышения надежности срабатывания аппаратуры рекомендуется комплектовать станции ИСС тремя пусковыми устройствами ПУ-1, соединенными параллельно, с последующей (рис. 4) логической схемой питания осциллографов необходимой для надежного выключения аппаратуры станции.

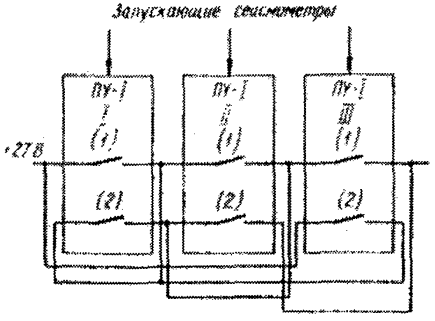


Рис.4. Логическая схема соединения трех параллельных пусковых устройств ПУ-1 (I, II, III – пусковые устройства); (1), (2) – контакты реле

2.15. Для отметки времени срабатывания аппаратуры станции ИСС рекомендуется к системе пусковых устройств подсоединить пробивочное устройство штамп-часов 724ТМ. Такая система позволит также контролировать число включений станции ИСС.

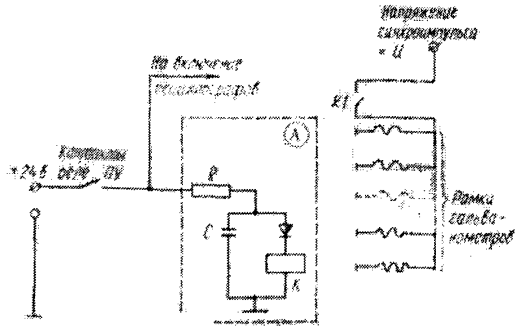


Рис.5. Схема выработки синхроимпульса по всем каналам ИСС (Блок А рассчитывается из условия выработки временного импульса через ~ 0,2 с после включения осциллографов)

2.16. При использовании на станции ИСС осциллографов, не имеющих внутренних источников временных меток, рекомендуется для этих целей применять электро-контактные часы (МЧ-62). На станциях ИСС должно быть предусмотрено устройство, вырабатывающее после запуска станции единый временной дешифрующий (синхронизирующий) импульс, поступающий на все каналы записей, отведенные для временных меток. Электрическая схема подобного устройства представлена на рис. 5.

Измерительный пункт и каналы связи

2.17. Измерительный пункт представляет собой место непосредственного расположения сейсмоприемников на конструкции здания или грунте. В измерительных пунктах на конструкциях здания устанавливаются сейсмоприемники типа С-5-С, ВБП, ОСП-2М, ССРЗ-М, АСЗ и др. Измерительные пункты на грунте кроме вышеописанных сейсмоприемников оснащаются многомаятниковыми сейсмометрами типа ИГИС (АИС), а также сейсмоприемниками СБМ.

2.18. Эксплуатационный режим измерительного пункта определяется в соответствии с паспортными данными по условиям эксплуатации установленных в нем сейсмоизмерительных приборов.

2.19. В измерительных пунктах, расположенных на элементах несущих конструкций зданий, сейсмоприемники надежно крепятся в соответствующей плоскости к конструкциям анкерными болтами с помощью станин, хомутов, переходных кронштейнов (приложение 1). После установки приборы закрываются чехлами, защищающими их от механических повреждений в отсутствие землетрясений. При установке приборов особое внимание следует обратить на то, чтобы ограждающие чехлы и устройства крепления не оказывали влияния на производимую регистрацию. Вблизи измерительного пункта предусматривается источник света (осветительная лампа, розетка электросети и т.п.) для осуществления крепления приборов и их ремонта.

2.20. Измерительный пункт на грунте представляет собой помещение площадью не менее 5 $м^2$ с хорошей гидроизоляцией стен, потолка и входного люка или двери. Внутри пункта обязательна принудительная вентиляция и наличие источника света. Приборы устанавливаются на бетонные постаменты высотой 40-60 см над уровнем пола. Постаменты заглубляются ниже уровня промерзания грунтов. Конструктивная схема рекомендуемого измерительного пункта на грунте приведена на рис. 6.

2.21. Установку сейсмоприемников в измерительных пунктах рекомендуется осуществлять таким образом, чтобы производилась регистрация движения конструкций здания и грунта вдоль большой и малой его осей, а также движение по вертикали. Выбор необходимых для регистрации компонент движения регламентируется п.п. 2.4-2.6 настоящих рекомендаций. Для сооружений сложной формы в плане установка приборов, регистрирующих горизонтальные движения, осуществляется с таким расчетом, чтобы запись производилась вдоль осей юг - север, запад-восток.

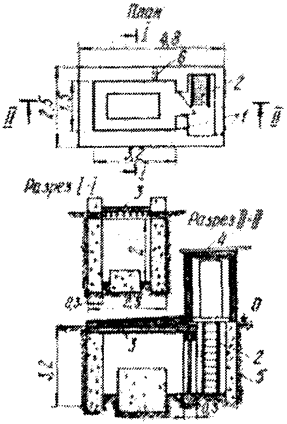


Рис. 6. Схема измерительного пункта на грунте
1 – цементные трубы для коммуникационного кабеля; 2 – стремянка; 3 – плита перекрытия, утеплитель, рубероидный ковер; 4 – кровельное железо, утеплитель, штукатурка; 5 – бутобетон; 6 – вентиляционная труба

2.22. Измерительные пункты связаны с регистрационным помещением коммуникациями, состоящими из кабельных линий, соединяющих сейсмоприемники с осциллографами, а также с приборами, осуществляющими функциональный контроль станции, и внутренней телефонной сети.

2.23. Контакты проводов от сейсмоприемников тщательно зачищаются, облуживаются и подключаются к контактной панели. К этой же панели подсоединяется коммуникационный кабель, идущий в регистрационную. Все провода снабжаются бирками с номерами. Контакты на панели также нумеруются. В регистрационном помещении кабель заканчивается контактной панелью с пронумерованными контактами.

2.24. Коммуникационный кабель должен проходить в специально предусмотренном канале, в шахте телефонных линий или в металлической трубе. Металлические трубы надежно закрепляются на стенах здания при помощи крепежных скоб и штырей. Для проводки в измерительный пункт на грунте кабель протягивается в асбестоцементные трубы, либо укладывается в неглубокий канал, выполняемый из железобетонных лотков, закрывающихся сверху плитами. Число прокладываемых линий определяется числом сейсмоприемников (три жилы на сейсмоприемник). Совместное размещение линий электропитания 220 В и коммуникационных линий сейсмо –

станции не допускается. Коммуникации внутри здания рекомендуется выполнять из телефонного кабеля марки ТПП 10х2х0,5. Для проводки вне здания рекомендуется использовать кабель марки КСРГ (КСРБ) сечением 0,75 мм^2.

Регистрационное помещение

2.25. Регистрационное помещение включает основное помещение для непосредственной установки регистрирующей аппаратуры, аккумуляторную и фотокомнату. Во всех помещениях должна быть предусмотрена принудительная вентиляция, и они должны удовлетворять правилам и нормам санитарии и техники безопасности для обслуживающего персонала и снабжены электроэнергией для освещения и монтажно-ремонтных работ. Запрещается установка регистрационного оборудования в подвальных помещениях. Допускаемый эксплуатационный режим в регистрационном помещении: температура воздуха от +10 до +40 °С с относительной влажностью до 80 % (при +25 °С) и колебанием температуры в течение суток, не превышающим 5 °С.

2.26. Основное помещение регистрационной, площадью не менее 25 м^2, предназначается для размещения регистрирующей и обслуживающей аппаратуры и оборудования: осциллографов, блока автопуска, блока единого отметчика времени и др. В этом помещении устанавливаются также стол для текущего ремонта и стеллаж для инструмента и запасных частей. Предусматривается временное затемнение помещения.

2.27. Для установки осциллографов и их защиты от сейсмических воздействий рекомендуется применять специальные рамы с подвесками. Осциллографы следует закреплять на стенде, который крепится на подвесках к указанной раме. На таких рамах устанавливаются все вспомогательные устройства. Схема рамы для подвески регистрирующей аппаратуры приведена на рис. 7. Рекомендуемый вариант компоновки аппаратуры в основном помещении регистрационной приведен на рис. 8.

2.28. Монтажные работы в регистрационном помещении необходимо производить с учетом требований

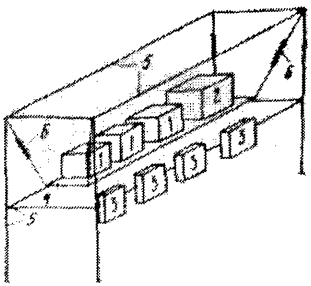


Рис.7. Схема рамы для гибкой подвески регистрирующей аппаратуры

1 – осциллограф; 2 – пусковое устройство; 3 – шунтовые коробки ШК-2; 4 – подвесная площадка; 5 – каркас из металлических уголков размером 60х60 мм; 6 – пружины, длиной более 1 м

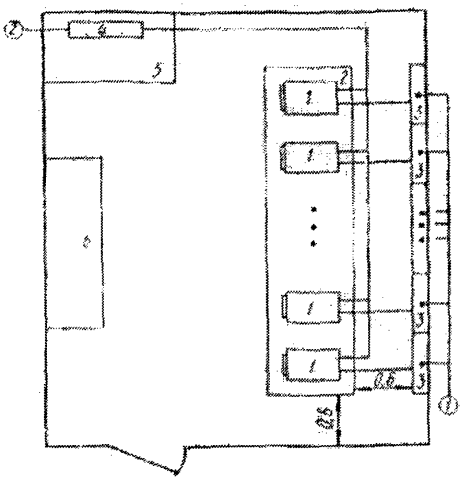


Рис. 8. План расположения аппаратуры в регистрационном помещении (1 – осциллографы; 2 – подвесная площадка; 3 – шунты; 4 – пульт управления станцией (пусковое устройство, единый отметчик времени); 5 – рабочий стол; 6 – стеллаж (шкаф); 1 – кабель от шунтов; 2 – кабель электропитания из аккумуляторной)

электромонтажа. Все контакты проводов, соединяющих приборы, зачищаются и тщательно припаиваются. От контактной панели, на которой в регистрационном помещении заканчивается коммуникационный кабель, с помощью штепсельных разъемов сигналы с сейсмоприемников подаются на шунтовые коробки. Штепсельные разъемы должны иметь металлические фиксаторы. Провода питания от аккумуляторов подсоединяются к осциллографам под закручивающиеся контакты. Применение вилок недопустимо.

2.29. Помещение аккумуляторной, площадью не менее 15 м^2, располагается рядом с основным регистрационным помещением и имеет вытяжную вентиляцию. Оно предназначено для размещения аккумуляторных батарей, питающих осциллографы постоянным током. Аккумуляторные батареи, зарядные агрегаты, щит коммутации и другое оборудование размещаются на стеллажах, надежно прикрепленных к полу и стенам. Щит коммутации с зарядными агрегатами позволяет производить операции полного заряда рабочих и резервных аккумуляторов, а также включение прямого питания осциллографов от аккумуляторов без подзарядки. Провода питания к аккумуляторам подсоединяются медными лужеными наконечниками и снабжаются номерными бирками с обозначением полярности напряжения.

2.30. Фотокомната площадью не менее 12 м^2 располагается рядом с основным регистрационным помещением и предназначается для фотохимической обработки осциллограмм, зарядки и перезарядки фотолент и кинолент в кассеты осциллографов. Помещение должно иметь устройства затемнения, источник света (лампа и розетка), раковину, кран с водой и канализационный слив.

3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНЦИИ ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Сейсмометрическая аппаратура

3.1. На станциях инженерно-сейсмометрической службы используется аппаратура с гальванометрической, прямой оптической и механической записями (допускается также магнитная запись). Основной сейсмометрической аппаратурой на станциях ИСС являются:

- сейсмоприемники С-5-С, СМ-3, ОСП-2М, вибрографы ВБП-3 (гальванометрическая запись);
- акселерометры ССРЗ-М, АСЗ-1, АСЗ-2 (прямая оптическая регистрация);
- сейсмоскопы многомаятниковые ИГИС и одномаятниковые СБМ (механическая запись).

Технические параметры сейсмоприемников С-5-С, СМ-3, ОСП-2М, ВБП-3 и некоторых других их заменяющих приведены в табл. 4; акселерометров ССРЗ, АСЗ-1, АСЗ-2 – в табл.5; сейсмоскопов СБМ и ИГИС в табл. 6.

3.2. При гальванометрической регистрации с описанными в п. 3.1 настоящих рекомендаций сейсмоприемниками рекомендуется использовать сбалансированные высокочувствительные гальванометры типа ГБ с осциллографами Н-044.3, допускаются и другие сочетания гальванометров и осциллографов, но гальванометры в любом случае должны быть сбалансированы. В табл. 7 приведены основные технические параметры использующихся на станциях ИСС гальванометров. Основные параметры осциллографов приведены в табл. 8.

3.3. Сейсмоскоп СБМ устанавливается на бетонное основание, связанное непосредственно с грунтом. Горизонтальное положение нижней плиты прибора при установке проверяется с помощью уровня. После установки прибора рекомендуется проверить, имеется ли свободный ход при колебаниях маятника с большими амплитудами (не цепляется ли медная пластина о магниты). Рекомендуется также отрегулировать нажим пружины иглы (игла не должна при больших колебаниях отставать от стекла: не должно быть чрезмерного нажима иглы на стекло).

Период собственных колебаний устанавливается при изготовлении приборов и в процессе эксплуатации обычно не переопределяется. Затухание выставляется при установке прибора на станции ИСС с помощью шунтирования магнитов накладными стальными пластинами в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

3.4. Многомаятниковый сейсмоскоп ИГИС устанавливается на бетонное основание в измерительном пункте на грунте. Установка прибора и определение его параметров, необходимых для определения приведенных сейсмических ускорений, осуществляются в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

Таблица 4

Техническая характеристика сейсмометра	Тип сейсмометра						
	С-3-С	СМ-3	ОСП-2М	ВБП-3	СМ-2М	АПТ-1М	ВЭГИК
Диапазон регистрации, балл	4–8	4–7	4–7	6–9	3–4	4–9	3–4
Параметр регистрации	Смещение, скорость	Смещение, скорость	Ускорение, скорость	Смещение, скорость	Смещение, скорость	Ускорение, скорость	Смещение, скорость
Периоды собственных колебаний, с	3–7	2	0,2	2	1,5	10^{-3}	1
Приведенная длина маятника, м	0,42	$8,4 \cdot 10^{-2}$	–	1	$8,7 \cdot 10^{-2}$	–	$8,7 \cdot 10^{-2}$
Затухание (в долях от критического)	0,7–1,5	0,7	7	0,5–0,7	0,6		0,6
Сопротивление рабочей катушки, Ом	93	50	12	55	130	$2 \cdot 10^{3}$	45
Полоса пропускания, с	0,01–5	0,01–1	0,03–1,5	0,01–1	0,01–1,5	0,002–0,6	0,01–1
Динамический диапазон смещения, мм	10^{-4}–10	0,1–5	10^{-2}–$8 \cdot 10^{2}$	1–300	10^{-4}–3	до $2\frac{g}{g}$	10^{-4}–1
Чувствительность рабочей катушки, $\frac{В}{м/с}$	11	15	15	0,1	37	$2,5 \frac{В}{g}$	20
Число компонентов	1	1	1	1	1	3	1
Масса, кг	14	6	6,5	9,6	8,5	10	10
Размеры, мм	360x190x150	230x170x145	155x116x115	230x230x145	230x167x145	135x135x190	335x100x145

Таблица 5

Техническая характеристика прибора	Сейсмограф ССРЗ-М	Акселерограф АСЗ-1	АСЗ-2
1	2	3	4
Интенсивность записи колебаний, балл	6–10	6–10	5–9
Запись ускорений, $см/с^2$	50–1000	50–1000	15–300
Количество акселерометров	3	3	3
Коэффициент преобразования, $с^2$	$2{,}0 \cdot 10^{-3}$	$2{,}0 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
Частотный диапазон записи, Гц	0–20	0–20	0–20
Запись производится:			
а) фотопленка шириной, мм	70	70	70
б) чувствительность ед. ГОСТа	65–90	65–90	65–90
Скорость движения пленки, мм/с	10	10	10
Время одного цикла записи, с : при 10 мм/с	30	35	35
Количество циклов записи	10	10	10
Величина марки времени, с	0,5	0,5	0,5

Продолжение табл. 5

1	2	3	4
Электропитание, В	12	12	12
Стартер	с магнитно-электрическим преобразователем	с магнитно-электрическим преобразователем	
Уровень срабатывания стартера по ускорениям, $см/с^2$	10	5	
Условия эксплуатации:			
а) температура	$-10\ ^{o}C$ до $+40\ ^{o}C$	$+1\ ^{o}C$ до $+45\ ^{o}C$	
б) относительная влажность	до 90 % при $+20\ ^{o}C$	до 80 % при $+7\ ^{o}C$	
Габариты, мм	450x300x x285	500x820x x330	
Масса сейсмографа, кг	21	15	15
Масса блока питания, кг	13	12	12

Таблица 6

Техническая характеристика прибора	Одномаятниковый сейсмоскоп СБМ-3	Многомаятниковый сейсмометр ИГИС
Диапазон регистрации, балл	5÷10	4÷10
Регистрация	по закопченному стеклу	по закопченным стеклам
Параметр регистрации	смещение	для определения приведенных ускорений, скоростей и смещений
Число маятников	1 (вертикальный)	10 (вертикальных 4 (горизонтальных)
Собственный период маятников, С	0,25	вертикальных: 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,40; 0,60; 0,80; 1,0; горизонтальных: 0,05; 0,10; 0,15; 0,20
Логарифмический декремент затухания	0,5	0,25; 0,5
Габариты, мм	440x440x820	800x400x460
Масса, кг	27,5	68

Таблица 7

Техническая характеристика гальванометра	Тип гальванометра									
	ГБ-III-В-5	ГБ-III-3	ГБ-1У-С-5	ГБ-1У-В-3	ГБ-1У-В-3	М001	М012	М002	М010-60	М017-150
Частота собственных колебаний, Гц	5	8	5	120	120	120	10	30	60	150
Диапазон рабочих частот, Гц	0,3–60	0,5–50	0,3–35	0–60	0–60	0–60	–	2–200	0–48	0–115
Чувствительность к току, мм/мА·м	$1,7 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^5$	$9,3 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^3$	$7,4 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2$
Внутреннее сопротивление, Ом	58	140	78	92	170	54	175	75	70	45
Внешнее сопротивление, Ом	1500	4000	2600	175	400	150	2300	–	500	150
Механизм арретирования	магнитоэлектрический		магнитоэлектрический			Магнитоэлектрический и жидкостный	Магнитоэлектрический	Магнитоэлектрический и жидкостный	Магнитоэлектрический	Магнитоэлектрический

Таблица 8

Тип осциллографа	Рекомендуемое количество гальванометров				Ширина фотопленки, см	Емкость кассеты, м	Скорость протяжки, см/с	Напряжение, В	Потребляемость тока, А	Габариты, мм	Вес, кг
	ГБ-III	ГБ-IУ	М001.А	М010-80 М017-150							
Н044.3	6	8		6	12	20	0,25-250	27	8	430x222x230	21
Н010	15	18			28,30	20	0,1-250	27	14	480x424x245	37
Н041У4.2	6	8	8		12	20	0,25-250	27	8	430x230x260	20
К12-22	6	8	8		12	20	0,08-1000	27	4,5	215x190x345	13
Н-700	6	8	8		12	12	0,25-250	27	8	470x365x260	18

3.5. Для регистрации движения конструкций здания и грунта на станциях инженерно-сейсмометрической службы используются различные сейсмометрические каналы гальванометрической регистрации, состоящие из цепочки: сейсмоприемник, гальванометр, осциллограф. В табл. 9 приведены рекомендуемые сочетания сейсмоприемников и гальванометров, регистрирующие тот или иной параметр движения.

В табл. 10 даны ориентировочные масштабы увеличения гальванометрических каналов при некоторых сочетаниях сейсмоприемников и гальванометров, соединенных через шунтовые коробки ШК-2 при $\beta = 1$ (общее сопротивление цепи датчиков и ШК-2 на входе гальванометров равно 100 Ом) для осциллографов с оптическим плечом-рычагом 0,3 м. В осциллографах с иным оптическим плечом-рычагом увеличение каналов будет пропорционально отношению фактического оптического рычага к принятому для данной табл. 10.

3.6. Рекомендуется текущую отметку времени и единый дешифрующий импульс (п. 2.15 настоящих рекомендаций) подавать на дополнительно установленный в каждом из осциллографов гальванометр, трек от которого на фотоносителе одновременно служит для последующего устранения искажений, вызванных случайными движениями фотоносителя в кассетах. Скорость протяжки фотобумаги в осциллографах рекомендуется принимать до 40 мм/с.

3.7. В целях последующего устранения искажений записей, возникающих в процессе регистрации, необходимо произвести в течение приблизительно 2 с запись с отключенными сейсмоприемниками (при зашунтированных гальванометрах) после регистрации сейсмического воздействия.

3.8. Для восстановления в пространстве движения элементов конструкций здания и грунта рекомендуется установить соответствие между направлением движения элемента конструкции здания или грунта по оси, вдоль которой осуществляется регистрация, и направлением движения светового луча на фотобумаге.

Тип гальвасей - сметра / Тип гальвасей - сметра	ГБ-III-Б-5	ГБ-III-3	ГБ-1У-С-5	ГБ-1У-Б-3	ГБ-1У-Б-3	М001.1А	М012	М002	М010-80	М017-150
С-5-С	смещение	смещение	смещение	скорость	скорость	скорость	смещение	смещение	скорость	скорость
ОСП-2М	скорость	скорость	скорость	ускорение	ускорение	ускорение	скорость	скорость	ускорение	ускорение
ВБП-3	смещение	смещение	смещение	скорость	скорость	скорость	смещение	смещение	скорость	скорость
СМ-3	смещение	смещение	смещение	скорость	скорость		смещение	смещение		
СМ-2М	смещение	смещение	смещение	скорость	скорость		смещение	смещение		
АПТ-1М	скорость	скорость	скорость	ускорение	ускорение	ускорение	скорость	скорость	ускорение	ускорение
ВЭГИК	смещение	смещение	смещение	скорость	скорость		смещение	смещение		

Таблица 10

Сейсмометр \ Гальванометр	ГБ-Ш-Б-5 (5 Гц)	ГБ-1У-В-3 (120 Гц)	М001.1	М002
	Увеличение канала			
С-5-С		25 с(мах)		
С-5-С^{x}		5 с 0,2 с		
ОСП		0,003 с^{2}	0,022 с^{2}	2,5 с
ВБП-3			0,8 с	0,12 с
СМ-3	1700		38 с	2800
ВЭГИК	1500		27 с	2500

x) Запись осуществляется на двух уровнях чувствительности при подключении сейсмометра к двум гальванометрам.

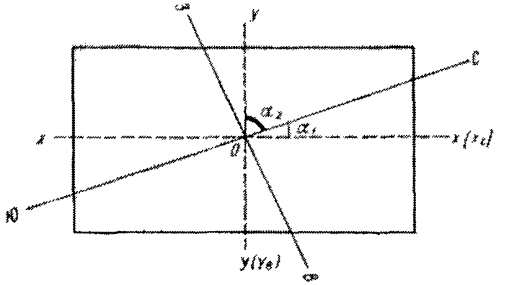


Рис. 9. Схема обозначения направлений движения вдоль продольной оси (х–х) и поперечной оси (у–у) здания для согласования с направлениями отклонения светового блика на фотоносителе

(Пример. Осуществляется регистрация вдоль оси Ю–С. Элемент конструкции, на котором установлен прибор, движется вдоль этой оси по направлению с Ю на С. На фотоносителе такому направлению движения соответствует движение светового луча вниз от начального положения). Схема обозначения направлений движения вдоль осей представлена на рис. 9.

X_C – направление вдоль оси х–х к северу, y_B – направление вдоль оси у–у к востоку, углы $\alpha_1 < \alpha_2$; при $\angle\alpha_1 = \angle\alpha_2$ выбор x_C и y_B осуществляется по направлению движения часовой стрелки.

3.9. В ждущем режиме, а также во время землетрясений интенсивностью 3–5 баллов, электропитание станции рекомендуется осуществлять от городской электросети. При землетрясениях большей интенсивности электропитание должно автоматически переключаться на автономное аккумуляторное энергоснабжение. Автоматическое переключение электропитания должно быть предусмотрено и на случай временного прекращения централизованного электроснабжения. На рис. 10 представлена рекомендуемая схема описанного устройства. Резистором R рекомендуется устанавливать ток подзарядки аккумуляторов равный 100–200 мА (кипение электролита в аккумуляторах недопустимо).

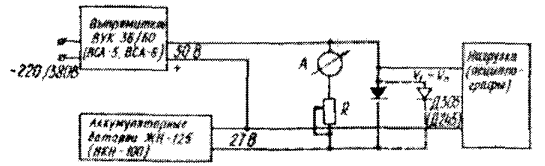


Рис.10. Схема блока питания станции ИСС

3.10. Тарировка сейсмометрических каналов с гальванометрической регистрацией может производиться аналитически или на тарировочной платформе (приложение 2). Рекомендуется организация импульсной тарировки, которая не требует снятия приборов с их мест установки на станциях, что повышает надежность работы станций ИСС.

Регламентные работы

3.11. Регламентные работы, проводимые на станциях ИСС, подразделяются на еженедельные, ежемесячные и ежеквартальные. Отдельным этапом после каждого землетрясения интенсивностью 5 и более баллов в пункте регистрации осуществляется проверка станции по регламенту еженедельных работ.

3.12. В комплекс работ, выполняемых еженедельно, входят:

- проверка наличия и расположения бликов гальванометров на экранах осциллографов;
- проверка работоспособности гальванометров;
- проверка центровки маятников сейсмоприемников на всех измерительных пунктах;
- проверка надежности крепления заряженной кассеты осциллографа при работе лентопротяжного механизма в течение 3–4 с;
- проверка работы отметчиков текущего времени и устройства выработки единого дешифрующего импульса;
- проверка напряжения на аккумуляторах под нагрузкой (рабочее напряжение должно быть не менее 22 В);

– проверка наличия фотобумаги в кассетах осциллографов (минимальное количество фотобумаги должно быть не менее чем на два цикла срабатывания станции, т.е. порядка 5 м);

– проверка включения станции ИСС от пускового устройства.

3.13. В комплекс работ, выполняемых ежемесячно, входят:

– проверка аппаратуры станции ИСС по регламенту еженедельных работ;

– проверка уровня и плотности электролита в аккумуляторных батареях в соответствии с инструкцией по эксплуатации для используемого типа аккумуляторов;

– проверка состояния контактов в каналах сейсмоприемник–гальванометр;

– снятие контрольного цикла на осциллографических лентах с записью в течение 15–20 с;

– контроль работы аппаратуры с оптической регистрацией (ССРЗ–М, АСЗ), который включает проверку положения указателя количества циклов, работы пускателя прибора, напряжения, положения стрелки стартеров, расположения бликов гальванометров, работоспособности прибора;

– контроль работы аппаратуры с механической регистрацией (ИГИС, СБМ), который включает проверку надежности крепления внутренних деталей и механизмов, состояния и крепления закопченных стекол, давления игл на стекло, центровки приборов.

3.14. В комплекс работ, выполняемых ежеквартально, входят:

– проверка аппаратуры станции ИСС по регламенту ежемесячных работ;

– перезакопчение стекол для сейсмоскопов ИГИС и СБМ (рекомендуется для уменьшения трения иглы по стеклу на последнее наносить тонкий слой костяного масла и после этого коптить с использованием смеси следующего состава: керосин – две части; скипидар – одна часть);

– проверка узлов крепления сейсмоаппаратуры к конструкциям здания и бетонным основаниям измерительного пункта на грунте.

3.15. Тарировку каналов сейсмоаппаратуры с гальванометрической регистрацией, проверку паспортных характеристик приборов с оптической и механической регистрацией и их корректировку рекомендуется производить не реже 1 раза в 2 года. Через каждые два-три года рекомендуется заменять резиновые вкладыши в сейсмоскопах ИГИС.

3.16. На каждой станции ИСС должен иметься график контроля станции и специальный эксплуатационный журнал, в который заносятся все виды работ, производимых на станции, в том числе еженедельные, ежемесячные и ежеквартальные с указанием числа, когда они проводились. В журнал также заносятся результаты регистраций и причины невключения станции ИСС или несрабатывания отдельных каналов регистраций. Журнал должен иметь сквозную нумерацию; запись в журнале должна вестись аккуратно и только чернилами.

3.17. Обработку фотобумаги осциллографов допускается производить как с применением стандартных проявляющих и закрепляющих средств, выпускаемых отечественной промышленностью, так и с помощью растворов, изготовленных из отдельных химических реактивов. Для проявителя рекомендуется следующий состав на 1 л воды: метол - 5 г; гидрохинон - 5 г; сульфит натрия кристаллический - 100 г; поташ - 50 г; бромистый калий - 1 г (вместо сульфита натрия кристаллического допускается использование натрия безводного в количестве 50 г, а вместо поташа - соды безводной в количестве 40 г). Закрепление рекомендуется производить с помощью раствора состава на 1 л воды: гипосульфит - 250 г; сульфит натрия кристаллический - 50 г; серная кислота - 3 г (сульфит и гипосульфит разводят в равном количестве воды и затем смешивают). Раствор проявителя готовят из расчета 1 л на 10 м фотобумаги, закрепителя требуется примерно в 2 раза больше. После закрепления фотоленты промывают (15-20 мин в проточной воде) и погружают в раствор глицерина в воде (50 г глицерина на 1 л воды).

3.18. Первичная обработка регистраций осуществляется на станциях ИСС и включает обработку регистра-

ций сейсмоскопов типа СБМ и ИГИС, а также подготовку записей на фотобумаге в соответствии с п. 3.22 настоящих рекомендаций.

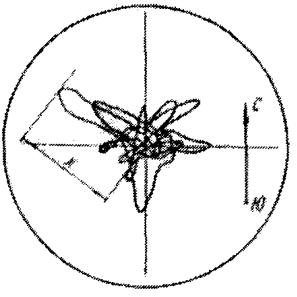


Рис.11. Пример определения максимального смещения по записи сейсмоскопа СБМ

3.19. Обработка экспериментальных данных сейсмоскопов СБМ состоит в определении балльности землетрясений по максимальной величине смещения X_o с помощью шкалы табл.11. Величина X_o определяется согласно паспорту прибора по формуле $X_o = X/1,1$, где X - наибольшее смещение пера прибора, зарегистрированное на закопченном стекле (рис. 11).

3.20. Обработка показаний многомаятниковых сейсмоскопов (типа ИГИС) состоит в построении графиков приведенных ускорений τ, вычисляемых по формуле

$$\tau = g\,(T_{os}/T_s)^2\,(y/a),$$

где g - ускорение силы тяжести;

T_{os} - период маятника, подвешенного вертикально и освобожденного от упругих связей;

T_s - период собственных колебаний маятника, заделанного в упругую мембрану;

a - расстояние от острия иглы до точки в стержне маятника на середине резиновой пробки;

y - максимальное перемещение иглы маятника на закопченном стекле.

По показаниям прибора определяется также балльность землетрясения в соответствии с рекомендуемой табл. 12, в которой для определения балльности даны значения $X = y \cdot C/a$, где C - длина маятника до центра тяжести груза.

3.21. Подготовка записей каналов гальванометрической регистрации состоит в определении возможности использования записи для последующего анализа, составления сведений о параметрах канала регистрации, нане-

Таблица 11

Интенсивность, балл	Смещение маятника, мм
5	0,5–1
6	1,1–2
7	2,1–4
8	4,1–8
9	8,1–16

сения на запись вспомогательной информации, необходимой для ее дешифровки, снятия при необходимости высококачественной копии, не искажающей масштабы записи. Для всех трасс записи оценивается их качество с выявлением дефектов, ограничивающих или исключающих возможность их последующего использования по рекомендуемой в табл. 13 форме. Характерные особенности записей, обусловленные неисправностями сейсмометров, гальванометров, осциллографов и недостатками обработки фотобумаги представлены в табл. 14.

3.22. Результаты обработки сейсмоскопов, а также записей каналов с гальванометрической и прямой оптической регистрацией или их высококачественные копии, подготовленные в соответствии с требованиями, высылаются в месячный срок в Центр сейсмостойкости ЦНИИСК.

Требования, предъявляемые к записям, получаемым на станциях ИСС:

– наличие загрубленного (свободного от записи) канала, служащего для устранения искажений, возникающих за счет случайных движений фотоносителя в кассетах, на который подаются текущие временные метки и единый дешифрующий импульс;

– наличие отрезка нулевой линии после конца записей сигнала для каждого трека;

– указание соответствия направления движения элемента конструкции здания или грунта в точке регистрации направлению записи на фотобумаге (смотри п. 3.8 настоящих рекомендаций и рис. 9 и 12);

– указание места регистрации;

Таблица 12

Периоды собственных колебаний маятников, с	Значения X, мм				
	5 баллов	6 баллов	7 баллов	8 баллов	9 баллов
0,1	0,05–0,1	0,1–0,2	0,2–0,4	0,4–0,8	0,8–1,6
0,15	0,15–0,3	0,3–0,6	0,6–1,2	1,2–2,4	2,4–4,8
0,2	0,3–0,6	0,6–1,2	1,2–2,4	2,4–4,8	4,8–9,2
0,25	0,5–1,0	1,0–2,0	2,0–4,0	4,0–8,0	8,0–16,0
0,3	0,7–1,4	1,4–2,8	2,8–5,6	5,6–11,2	11,2–22,4
0,4	1,0–2,0	2,0–4,0	4,0–8,0	8,0–16,0	16,0–32,0
0,6	2,0–4,0	4,0–8,0	8,0–16,0	16,0–32,0	32,0–64,0
0,8	3,0–6,0	6,0–12,0	12,0–24,0	24,0–48,0	48,0–96,0
1,0	3,65–7,3	7,3–14,6	14,6–29,2	29,2–58,4	58,4–116,8

Таблица 13

Город_____

Дата (число,месяц,год)_____

Время (часы, минуты)_____

Номер станции ИСС_____

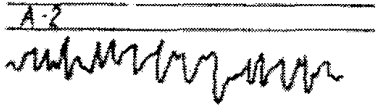
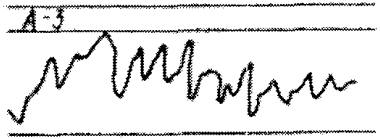
Измерительный пункт	Канал регистрации	Наличие записи, ее качество или причины ее отсутствия
№ 1 (грунт)	(С-5-С)+(ГБ-Ш-3)(x,y, z)	Запись получена
	(ВБП-3)+(ГБ-1У-В-3)(x,y,z)	Запись не получена из-за слабой чувствительности канала
	ИГИС	Запись не получена из-за ослабления пружин поджатия игл маятника
№ 2 (фундамент)	(СМ-3)+(ГБ-Ш-3) (z)	Запись не получена из-за дрейфа нуля сейсмоприемника
№ 3 (фундамент)	(ОСП-2М)+(ГБ-Ш-3) (z)	Запись получена
	(СМ-3)+(ГБ-Ш-3) (z)	Запись получена
	(ОСП-2М)+(ГБ-Ш-3) (z)	Запись получена
№ 4 (фундамент)	(С-5-С)+(ГБ-Ш-3)(x,y, z)	Запись не получена из-за плохой балансировки подвесной системы
	АСЗ-2	Запись получена

Продолжение табл. 13

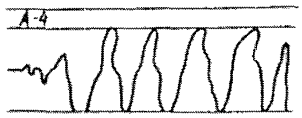
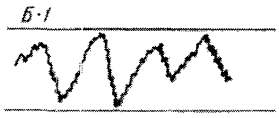
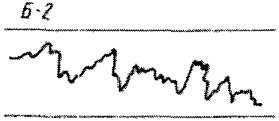
1	2	3
№ 5 (покрытие)	(СМ-3)+(ГБ-Ш-3)(x,y, z)	Записи получены некачественно (перекос фотобумаги в кассете)
	(ОСП-2М)+(ГБ-Ш-3)(x)	Обрыв контактов катушки
	(ОСП-2М)+(ГБ-Ш-3)(y, z)	Запись получена
	ССРЗ-М	Запись не получена (не сработал стартер из-за большого заглубления)

Примечание: x, y, Z – компоненты регистрации колебаний в трех взаимно-перпендикулярных направлениях (x, y – горизонтальные соответственно вдоль большой и малой осей здания, Z – вертикальная).

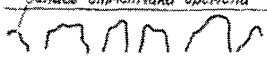
Таблица 14

Дефектные признаки на осциллограмме	Возможные причины, вызвавшие дефекты на осциллограмме
А. Сейсмоприемники	
	Неустойчивое положение прибора и биение об ограничители
	Очень малое затухание собственных колебаний прибора
	Дрейф нуля прибора

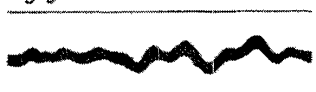
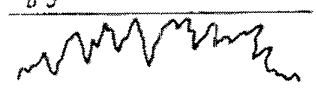
Продолжение табл. 14

Дефектные признаки на осциллограмма	Возможные причины, вызвавшие дефекты на осциллограмме
	Неверно подобранная чувствительность канала
Б. Гальванометры	
	Неисправность в системе подвески – высокочастотная помеха; высокочастотные помехи от мотора, редуктора или стабилизатора осциллографа
	Дрейф нулевого положения светового блика

Продолжение табл. 14

Дефектные признаки на осциллограмме	Возможные причины, вызвавшие дефекты на осциллограмме
Б-3 Запись отметчика времени 	Плохая балансировка подвесной системы
В. Осциллографы	
В-1 	Некачественная фокусировка гальванометра
В-2 Слабо видна запись 	Недостаточность напряжения питания осциллографа

Продолжение табл. 14

Дефектные признаки на осциллограмме	Возможные причины, вызвавшие дефекты на осциллограмме
В-3 	Слишком большой накал лампы осветителя
В-4 	Неравномерная протяжка ленты в кассете
В-5 	Перекос фотобумаги в кассете

Продолжение табл. 14

Дефектные признаки на осциллограмме	Возможные причины, вызвавшие дефекты на осциллограмме
Г. Обработка фотобумаги	
Г-1 Рыжие или серые полосы поперек осциллограммы	Неполное закрепление, вследствии плохого прокручивания и смятия ленты в закрепителе.
Г-2 Чередование темных и светлых полос на осциллограмме, подтеков или пятен	Излишне быстрое проявление (высокая температура, большая яркость записи)
Г-3 Общий серый фон, грязные подтеки на обратной стороне осциллограммы	Долгое нахождение в проявителе
Г-4 "Пузыри" на осциллограмме	Резкая разница в температурах проявителя и закрепителя или повышенная температура одного из растворов
Г-5 Пожелтение осциллограммы (со временем выцветание)	Плохая промывка после закрепления

Шифр 2.3.6

Город Алма-Ата
Число 02.04.1983 г.
Время (Гринв.) 21ч. 48 мин.
Координаты (60°21' сш., 160°21' в.д.)
Интенсивность в эпицентре (по данным ЕСЭН) 6.6.
Интенсивность в пункте наблюдения (по показаниям СБМ) 4.6.
N станции ИСС 2
Организация Казпромстройниипроект

Кинематический параметр	Компонента с указанием точки наблюдений	Номер канала (по паспорту)	Коэффициент увеличения
скорость	$X_{осн.р}$	1	0.5
скорость	$X_{фунд}$	2	1.5
скорость	$X_{кр}$	5	1.5
скорость	$Y_{кр}$	8	1.5
скорость	$Y_{фунд}$	9	1.5
скорость	$Y_{осн.р}$	10	1.5

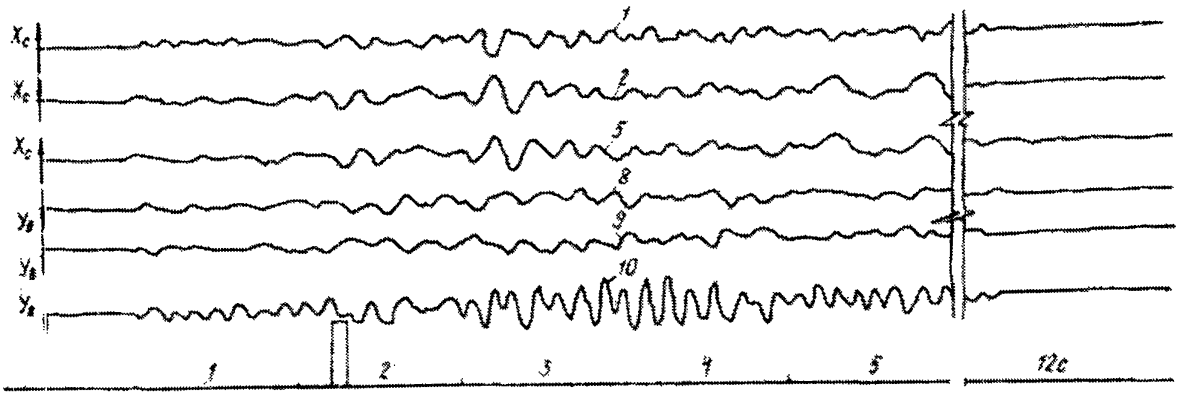


Рис. 12. Пример оформления осциллограммы, направляемой в Центр сейсмостойкости ЦНИИСК

– наличие шифра лент в соответствии с примечанием табл. 15;

– указание времени и координат землетрясения;

– указание интенсивности землетрясения в эпицентре (по данным ЕССН) и в пункте регистрации по показаниям приборов СБМ или ИГИС

– наличие номера станции;

– указание коэффициента увеличения канала (отношения значений величин в мм на записи к действительным значениям в мм, мм/с, мм/с^2, соответственно для смещений, скоростей и ускорений);

– указание зарегистрированного кинематического параметра;

– указание номера канала регистрации (по паспорту станции);

– указание регистрируемой компоненты и точки регистрации.

Рекомендуемый образец оформления записи приведен на рис. 12.

3.23. Первичное донесение, включающее общие сведения о землетрясении и информацию о регистрациях станций ИСС в соответствии с табл. 13, 15, 16, высылаются в Центр сейсмостойкости в недельный срок после землетрясения.

3.24. Паспорт станции ИСС, характеризующий место ее расположения, здание, на котором она организована, порядок расположения измерительных пунктов и их состав оформляются в соответствии с примером приложения 3 и направляются в Центр сейсмостойкости ЦНИИСК. Паспорт должен содержать титульный лист по приведенной в приложении форме, заверенный подписями и печатями, и четыре раздела описания станции ИСС, необходимые для использования получаемой на этой станции информации.

Характеристика здания (сооружения) включает:

– наименование объекта;

– проект;

– общие габариты сооружения (длина, ширина, высота);

– количество этажей;

Таблица 15

Город_____

Дата (число, месяц, год)_____

Время (часы, минуты)_____

Общее число станций ИСС	Станция ИСС, зарегистрировавшая землетрясение, и номер лент	Номер станции ИСС, не зарегистрировавшей землетрясение, и причина	Принятые меры к устранению обнаруженных недостатков
1	2	3	4
15	№ 1 (ленты 1.3.1-6) № 4 (ленты 4.5.1-7) № 5 (ленты 5.5.1-2 № 8 (ленты 8.5.1-5) № 12 (ленты 12.1.1-4) № 14 (ленты 14.5.1-5) № 15 (ленты 15.2.1-7)	№ 2, 3 - не сработало пусковое устройство № 6, 7 - сейсмоизмерительная аппаратура была снята для повторной тарировки № 9, 10 - получены записи только некоторых сейсмометров	Установлены новые пусковые устройства Аппаратура после тарировки установлена Сейсмометрические каналы подключения сейсмометров загрублены

Продолжение табл. 15

1	2	3	4
		№ 11 – получены некачественные записи ввиду ухода светового луча за пределы фотобумаги	Сейсмоаппаратура отлажена

Примечание. Первое число в шифре лент соответствует номеру станции, второе – числу регистраций, произведенных на станции ИСС (включений станции) в указанном году, третье – номеру ленты, на которой произведены записи. Например, запись для станции ИСС № 1 (ленты 1.3.1-5) означает, что на станции № 1 произведена третий раз в году регистрация поведения сооружения станции при землетрясении, причем вся информация последней третьей регистрации находится на лентах с 1 по 5.

Таблица 16

Общие сведения о землетрясении, зарегистрированном станциями инженерно-сейсмометрической службы

город_____

Время возникновения в очаге по Гринвичу

_ _____год,_____месяц,____число,_____ч,_____мин,___с.

Координаты эпицентра:

а) широты, град_____;

б) долготы, град_____.

Глубина очага:

а) микросейсмическая_____км,

б) инструментальная_____км;

Инструментальная характеристика интенсивности в очаге:

магнитуда по поверхностным волнам_____;

Сила сотрясения в пункте регистрации, балл_____;

Характеристика повреждений здания станции_____.

– количество секций;

– ориентация продольной оси здания (сооружения) относительно оси С–Ю;

– наличие подвалов, полуподвалов;

– характеристика несущих конструкций

а) фундаменты;

б) цоколь;

в) стены или каркас (расстояния между продольными и поперечными осями стен, ширина простенков, ширина проемов, выступы (изломы) стен в плане и др.);

г) перекрытия;

д) перемычки;

е) лестницы;

– характеристика не несущих конструкций

а) ограждающие конструкции;

б) перегородки;

в) веранды;

г) крыша;

д) элементы здания, выступающие из плоскости стен (карнизы, парапеты, фронтоны, колонады и др.);

– характеристика антисейсмических мероприятий;

– динамические параметры здания (периоды собственных колебаний и логарифмические декременты колебаний вдоль главных осей);

– общий вид, план типового этажа, разрез здания, генплан.

Инженерно-геологические условия площадки строительства включают:

– сейсмичность площадки строительства по данным микросейсморайонирования (в отсутствии данных микросейсморайонирования по СНиП);

– грунтовые условия строительства (просадочные, непросадочные грунты);

– влажность и пористость грунтов;

–противопросадочные мероприятия;

– геологический разрез площадки строительства и физико-механические свойства верхних слоев.

Схема размещения измерительных пунктов на здании (сооружении) с указанием их номеров, а также место нахождения регистрационного помещения

Техническое оснащение станции включает данные по:

- составу станции;
- распределению сейсмометрических каналов по измерительным пунктам;
- нестандартному оборудованию станции.

В конце паспорта допускается примечание, в котором отражаются особенности станции, не вошедшие в предыдущие разделы, и помещаются сведения об изменениях, производимых на станции в процессе эксплуатации.

ПЕРЕХОДНЫЕ КРОНШТЕЙНЫ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ СЕЙСМОПРИЕМНИКОВ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ

А) Переходный кронштейн для крепления сейсмо - приемника С-5-С к бетонному постаменту (рис. 13).

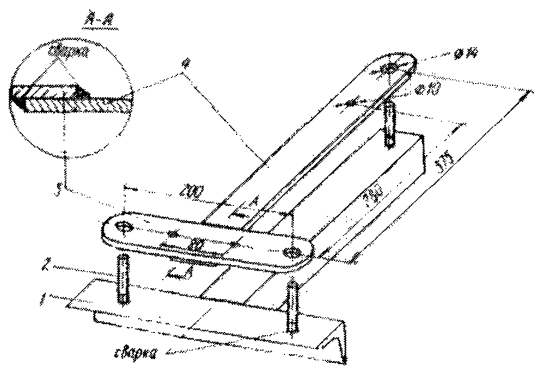


Рис.13. Переходный кронштейн для крепления С-5-С к постаменту

Закладная деталь (1), состоящая из сваренных стальных уголков 30х30 мм, к которым приварено 3 болта М10 (2) длиной не более 100 мм, погружается в бетон постамента при заливке на столько, чтобы над бетоном оставалась свободная часть болтов (2) длиной порядка 40-50 мм. Переходный кронштейн состоит из 2-х частей (3) и (4), сваренных между собой. Он выполняется из полосовой стали 25х5 мм. В кронштейне (3, 4) высверливается три отверстия диаметром 10 мм для крепления к нему сейсмоприемника С-5-С, а также три отверстия диаметром 14 мм для крепления посредством болтов на постамент собранной конструкции (2).

Б) Переходный кронштейн для крепления сейсмо - приемника С-5-С к стене или колонне (рис. 14).

Кронштейн состоит из стальной плиты (1) толщиной не менее 8 мм, к которой приварена Т-образная

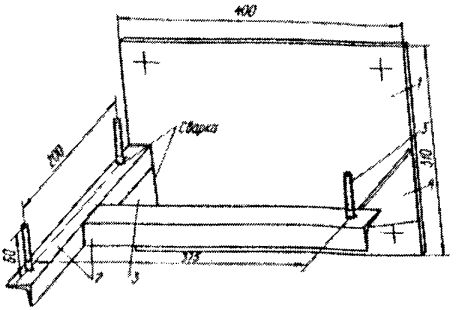


Рис.14. Переходный кронштейн для крепления С-5-С к стене

площадка (2) из стального уголка 30х30 мм. Площадка (2) крепится к сварной плите (1) дополнительно с помощью стальных косынок (3) и (4). На площадку (2) приварено три болта (5) для закрепления сейсмоприемника С-5-С с кронштейном (3), описанным в п.А настоящего приложения. Вся конструкция кронштейна (рис.14) крепится к стене или колонне "по месту", исходя из конкретных условий.

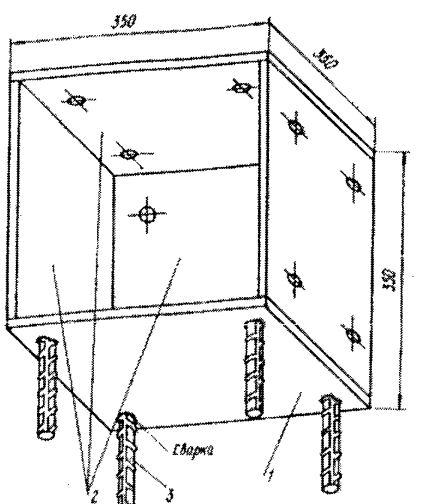


Рис.15. Универсальный переходной кронштейн

В) Универсальный переходный кронштейн для установки приборов, регистрирующих движение в трех взаимно-перпендикулярных направлениях (рис. 15).

Кронштейн состоит из основания (1), боковых граней (2) и закладных деталей (3), изготовленных из арматуры периодического профиля диаметром 20 мм. Детали (1), (2) изготовляются из листовой стали толщиной не менее 10 мм и соединяются между собой с помощью сварки. Длина закладных деталей (3) составляет 100 мм. На боковых гранях (1), (2) просверливается ряд отверстий для крепления соответствующих сейсмоприемников.

ТАРИРОВКА СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКИХ КАНАЛОВ С ГАЛЬВАНОМЕТРИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИЕЙ

Под тарировкой сейсмометрических каналов понимается получение требующегося коэффициента увеличения канала с помощью выбора шунта, соответствующего параметрам сейсмометра и гальванометра, а также определение амплитудно- и фазово-частотных характеристик канала.

Коэффициент увеличения, амплитудно- и фазово-частотные характеристики определяются соответственно формулами:

$$V = \frac{2A}{\ell_s}\sqrt{\frac{K_s}{K_g}\cdot\frac{4D_s\cdot D_g\cdot\delta^2}{T_s\,T_g\,m^2}}\quad;$$

$$U(T)=\frac{m}{\sqrt{T^{-2}+a+\beta T^2+cT^4+dT^6}}\quad;$$

$$tg\,\gamma(T)=\frac{-1+pT^2-sT^4}{mT-qT^3}\quad.$$

где A – оптический рычаг гальванометра; ℓ_s – приведенная длина маятника сейсмометра; K_s и K_g – полные моменты инерции (относительно осей вращения) соответственно маятника сейсмометра и рамки гальванометра; D_s и D_g – постоянные затухания сейсмометра и гальванометра; T_s и T_g – парциальные периоды соответственно сейсмометра и гальванометра; δ^2 – коэффициент связи; T – период воздействующего сигнала.

$$m=2\left(\frac{D_s}{T_s}+\frac{D_g}{T_g}\right);\quad p=\frac{1}{T_g^2}+\frac{1}{T_s^2}+\frac{4D_sD_g}{T_sT_g}(1-\delta^2);\quad s=\omega_s^2\cdot\omega_g^2;$$

$$q=2\left(\frac{D_s}{T_sT_g^2}+\frac{D_g}{T_gT_s^2}\right);\quad a=m^2-2p;\quad \beta=p^2-2m_g+2s;\quad c=q^2-2ps;\quad d=s^2$$

здесь ω_s и ω_g – соответственно парциальные частоты сейсмометра и гальванометра.

Аналитическая тарировка[x]

В общем виде электрическая схема канала с гальванометрической регистрацией представлена на рис. 16, где введены следующие обозначения: R_s – внутреннее сопротивление рабочей катушки сейсмометра; R_1 и R_2 – добавочные сопротивления; r – шунтирующее сопротивление; R_g – внутреннее сопротивление гальванометра; R_{sa} и R_a – внутреннее и внешнее сопротивление катушки затухания сейсмометра.

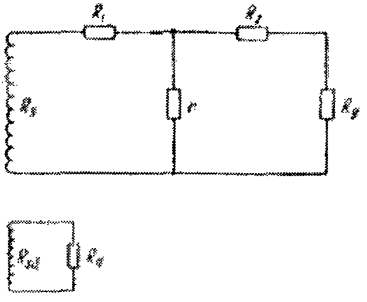


Рис.16. Электрическая схема соединения сейсмометра и гальванометра в регистрационном канале станции ИСС

Для расчета коэффициента увеличения, амплитудно- и фазово-частотных характеристик по приведенным формулам требуются следующие параметры.

Сейсмометра:

а. Технические данные (по паспорту) – T_s – период маятника; R_s – сопротивление катушки маятника; $\mathcal{D}_{s0}$ – воздушное затухание маятника; l_s – приведенная длина маятника; K_s – момент инерции маятника; S_s – чувствительность сейсмометра.

б. Расчетные данные –

$$\mathcal{D}_s = \frac{0{,}733}{1-(0{,}733\Lambda_s)^2}$$ – рабочее затухание маятника (Λ_s – логарифмический декремент колебаний);

$$a_s = \frac{G_s^2\, T_s}{4\pi K_s}$$ – коэффициент электромагнитного затухания ($G_s = S_s\, l_s$ магнитоэлектрическая постоянная сейсмометра).

---

x) Аппаратура и методика сейсмометрических наблюдений в СССР. М., Наука, 1974 г.

Гальванометра:

а. Технические данные (по паспорту)

T_g – собственный период колебаний рамки;

R_g – внутреннее сопротивление гальванометра.

б. Расчетные данные

a_g – коэффициент электромагнитного затухания;

P_g – токовая постоянная;

S_g – чувствительность;

$K_g = 32{,}3 \cdot 10^3 \cdot a_g P_g T_g^2$ – момент инерции рамки гальванометра.

Коэффициент связи

$$\delta^2 = \frac{D_{sg} \cdot D_{gs}}{D_s D_g}, \text{ где } D_{sg} = \frac{a_s (r + r_2)}{(r r_1 + r_1 r_2 + r_2 r)};$$

$$r_1 = R_s + R_1; \quad r_2 = R_g + R_2;$$

$$D_{gs} = \frac{a_g (r + r_1)}{(r r_1 + r_1 r_2 + r_2 r)}.$$

Для определения S_g и P_g собирается схема, приведенная на рис. 17. Реостатом $R_п$ подбирается такой ток, при котором световой блик отклоняется на 20–30 мм по матовому стеклу юстировочной рамки, и после изменения полярности тока (тумблер П) замеряется отклонение светового блика. Для повышения точности отсчетов этот процесс можно записать на фотобумагу. S_g и P_g определяются по формулам

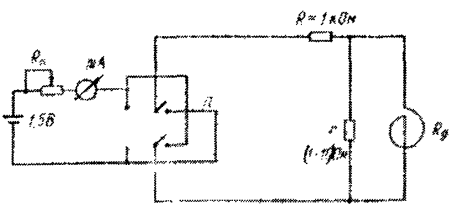


Рис.17. Электрическая схема для определения чувствительности гальванометра

$$S_g = \frac{y(R+r+R_g)}{2ir} \; ; \; P_g = \frac{rAi}{y(R+r+R_g)} ,$$

где y – отклонение светового блика в мм;
R, r – сопротивление в Ом;
R_g – сопротивление гальванометра в Ом;
i – ток через микроамперметр в А ;
A – расстояние от зеркальца гальванометра до стекла юстировочной рамки или фотобумаги в м.

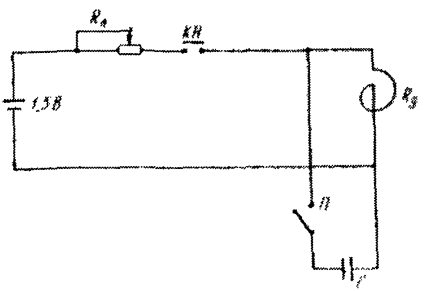


Рис.18. Электрическая схема для определения коэффициента электромагнитного затухания гальванометра с записью на фотобумаге

Для определения a_g собирается схема, приведенная на рис. 18. На регистрирующем осциллографе устанавливается скорость протяжки порядка 100 мм/с для гальванометров с частотой $\approx$ 120 Гц и 40 мм/с для гальванометров с частотой $\approx$ 10 Гц. Кнопкой КН подается импульс на гальванометр, и записываются его свободные колебания. Затем тумблером П параллельно гальванометру подключается конденсатор С известной емкости (емкость конденсатора подбирается такая, чтобы частота гальванометра уменьшилась вдвое), и делается аналогичная запись. После фотообработки определяются периоды T_0 без конденсатора и T_g с подключенным конденсатором; a_g рассчитывается по формуле

$$a_g = \frac{T_g^2 - T_0^2}{4\pi C T_0} ,$$

где T_c и T_o выражены в секундах, а С – емкость конденсатора в фарадах. В описанной методике процесс записи на осциллографе с последующей фотообработкой можно заменить на замер T_o и T_c с помощью частотомера типа Ч3-38 по схеме, приведенной на рис. 19.

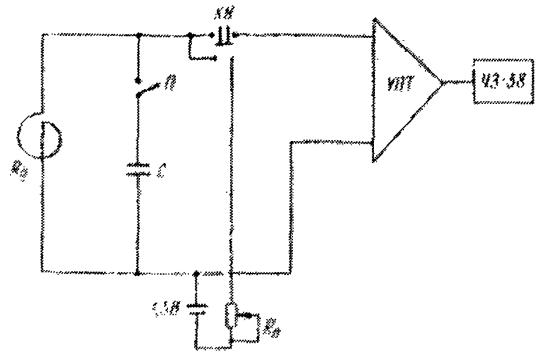


Рис.19. Электрическая схема для определения коэффициента электромагнитного затухания гальванометра с помощью частотомера

Тарировка на вибростенде

Тарировка производится на специальных вибростендах, которые позволяют получить синусоидальные гармонические колебания с определенной частотой и амплитудой. По сопоставлению амплитуды записи на фотобумаге осциллографа для канала с гальванометрической регистрацией с амплитудой платформы для разных частот колебаний определяются коэффициент увеличения, амплитудно-частотная и фазовочастотная характеристики.

Тарировочный вибростенд устанавливается на отдельном фундаменте вдали от мощных источников вибрационных помех.

Тарировка производится следующим образом. На платформе устанавливаются по направлению ее движения и жестко к ней крепятся сейсмоприемники тарируемых каналов. Измеряется частота и амплитуда колебаний вибростенда. При построении амплитудно-частотной характеристики канала по оси абсцисс откладывается частота, заданная на вибростенде, а по оси орди-

нас - коэффициент увеличения канала для данной частоты воздействия.

При тарировке канала, регистрирующего смеще - ние, увеличение канала $V_{смещ}$ - безразмерная величина, которая определяется по формуле

$$V_{смещ} = \frac{2A_{осц}}{2A_{пл}},$$

где $2A_{осц}$ - размах гармонических колебаний, измеренных по осциллограмме в мм; $2A_{пл}$ - размах колебаний вибростенда в мм.

При тарировке канала, регистрирующего скорость, коэффициент увеличения определяется по формуле

$$V_{скор} = \frac{(2A_{пл}) \cdot 2\pi f}{2A_{осц}},$$

где f - частота гармонических колебаний вибро - стенда. В этом случае $V_{скор}$ имеет разность $с^{-1}$ и равен численному значению скорости колебаний в мм/с, соответствующему 1 мм отклонения на осциллограмме.

При тарировке канала, регистрирующего ускоре - ние, V определяется по формуле

$$V_{уск} = \frac{(2A_{пл}) \cdot 4\pi^2 f^2}{2A_{осц}}.$$

В этом случае коэффициент $V_{уск}$ имеет размерность $с^{-2}$ и равен численному значению скорости колебаний в мм/с, соответствующему 1 мм отклонения на осциллограмме.

Для определения фазово-частотной характеристики сопоставляются записи оттарированного (контрольного) канала и тарируемого. По временному сдвигу Δt между соответствующими, например, максимальными амплитудами на записях определяется фазовый сдвиг γ в радианах по формуле

$$\gamma = \Delta t \omega,$$

где ω – круговая частота колебаний вибростенда. Затем с помощью вычитания этого сдвига для каждой частоты из фазово-частотной характеристики контрольного канала получают истинную фазово-частотную характеристику тарируемого канала.

Тарировку рекомендуется осуществлять в диапазоне 0,2÷20 Гц.

Приложение 3

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ПАСПОРТА СТАНЦИИ ИСС

_____
(министерство, ведомство)

_____
(наименование организации)

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор_____
(наименование организации)

_____
(фамилия, имя, отчество)

"___" _____ 19___ г.

П А С П О Р Т
инженерно-сейсмометрической
станции №_____ города_____
(_____)
адрес станции ИСС

Место печати организации

Проект станции ИСС согласован с ЦНИИСК им.Кучеренко Госстроя СССР

ответственное лицо по согласованию проекта от ЦНИИСК

Место печати ЦНИИСК

_____ 19____ г.
(наименование города)

Характеристика здания

- 9-этажный жилой дом (железобетонный каркас)
- проект индивидуальный № 1-17 274/64 пл 1970 г.
- общие габариты здания: длина – 18,8 м
  ширина – 18 м
  высота – 23,8 м

число этажей – 9

ориентация продольной оси относительно С-Ю – 13°

- полуподвал
- характеристика несущих конструкций:

а) фундаменты монолитные в виде железобетонных лент (бетон М 100), на которые опираются стойки каркаса; глубина заложения 1,09–2,75;

б) цоколь – бутобетонный, из бетона М 100, армированный вертикальными стержнями по 4 (ϕ 12) через 150 см;

в) железобетонный каркас разработан в сборных конструкциях в виде крестовин и ригелей; особенностью каркаса являются стыки; стыки ригеля с колонной и колонны с колонной осуществлены электродуговой сваркой стержней арматуры на металлической форме в местах, приближенных к нулевым моментам; в первом этаже железобетонный каркас выполнен монолитным с сечением колонн 60х60 см, несущих ригелей 60х65 см и связевых – 60х50 см;

г) перекрытия представляют собой сборные железобетонные круглопустотные панели длиной 588 см, замоноличенные в железобетонные монолитные обвязки, связанные со сборными ригелями через выпуски арматуры из последних;

д) лестницы из сборных железобетонных ступеней по металлическим косоурам с креплением ступеней на сварке закладных деталей: косоуры обтянуты металлической сеткой и оштукатурены цементным раствором толщиной 2 см;

- характеристика ненесущих конструкций:

а) ограждающие конструкции – навесные керамзитобетонные (М 50, бетон М 100) панели толщиной 24 см (объемный вес 1000 кг/м^3), армированные ар-

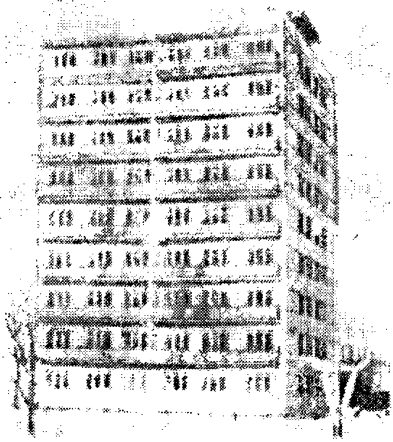


Рис.20. Общий вид здания

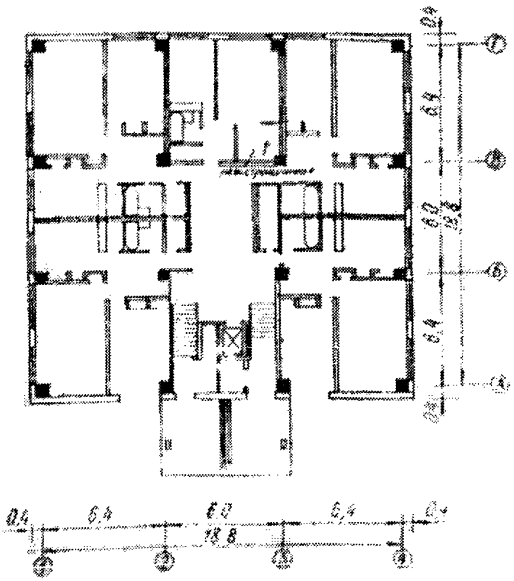


Рис.21. План типового этажа.
1 – регистрационное помещение здания станции ИСС

матурными каркасами (связанными) ∂ 12 А-1 (каркас сборный индивидуальный); расстояния между продольными и поперечными осями стен соответственно 18980 и 18800 мм;

б) перегородки – гипсобетонные, проката изготовления, толщиной 8 см, в лестничной клетке – железобетонные, толщиной 14 см.

в) кровля – рулонная, плоская с внутренним водостоком;

– характеристика антисейсмических мероприятий;

армирование стен цоколя выполнено сварными сетками из арматуры класса А-Ш; по верху стен цоколя уложен монолитный антисейсмический пояс, сваренный в комплексную конструкцию с фундаментными лентами, стойками каркаса и вертикальным армированием стен цоколя; швы замоноличивания между плитами перекрытий,

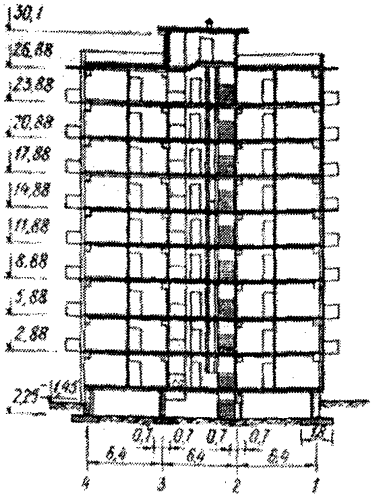


Рис.22. Разрез здания

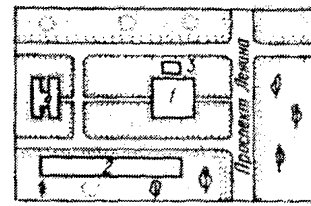


Рис.23. Генеральный план расположения станции ИСС:
1 – здание станции;
2 – крупнопанельный 5-этажный жилой дом;
3 – одноэтажное кирпичное здание; 4 – крупнопанельное 3-этажное здание школы

армированы каркасами из стали ⌀ 12 и ⌀ 8 А-1 (бетон М 300 мелкой фракции);

– динамические параметры здания;

период собственных колебаний в продольном и поперечном направлениях – 0,46 с;

декремент колебаний здания в продольном и поперечном направлениях – 0,117;

– общий вид здания, план типового этажа и разрез здания, а также генплан застройки представлены соответственно на рис. 20, 21, 22, 23.

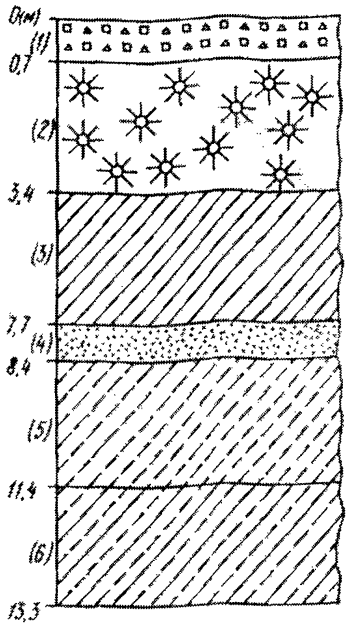
Инженерно-геологические условия площадки строительства

– сейсмичность площадки 9 баллов;

– непросадочные грунты;

– влажность – 20,8%, коэффициент пористости – 0,7;

– геолого-литологическое строение площадки строительства представлено на рис. 24; физико-механичес-



кие свойства слоев приведены в табл. 17; грунты имеют горизонтальное залегание.

Схема размещения измерительных пунктов

На станции оборудовано 5 измерительных пунктов (грунт, фундамент, 3 и 6 этажи, покрытие). Схема их размещения представлена на рис. 25.

Рис.24. Геолого-литологическое строение площадки строительства

(1) – насыпь и супесь
(2) – туф вулканический (покров туфов разбит трещинами на отдельные блоки; в туфах встречаются гнезда и карманы пемзовых образований и дымчатого вулканического стекла)
3) – суглинки светло-бурые (карбонатизированные, тугопластичные и пластичные, естественной влажности)
4) – пески тонкозернистые (серые с желтым оттенком, с маломощными прослойками суглинков)
5) – супеси желто-бурые (с включенным гравием изверженных пород до 40 %, грунт влажный, сложение среднеплотное)
6) – суглинки желто-бурые (пластичные, влажные с гравием различных изверженных пород до 10 %; грунт имеет плотное сложение)

Приборы	Тип	Количество
сейсмоприемник	С-5-С	14
	ВЭГИК	3
	СМ-3	2
	ОСП-2М	3
акселерометр	ССРЗ-М	3
сейсмоскоп	ИГИС	1
гальванометр	ГБ-1У-В-3	3
	ГБ-Ш-3	15
	М001.1А	3
шунтовая коробка	ШК-2	4
осциллограф	Н-700	4
автопусковое устройство	АПУ	
блок питания	П001	1
аккумуляторы	6 СТ 128	
зарядно-буферное устройство	ВУК-36/60	1
электро-контактные часы	МЧ-62	1

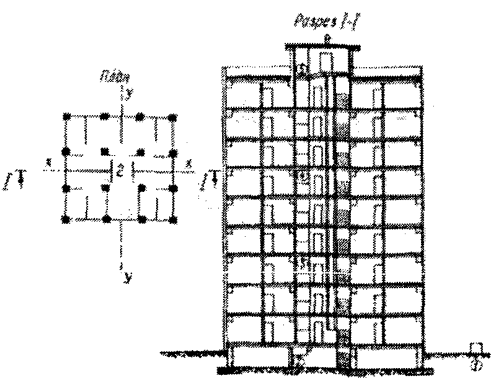


Рис.25. Схема размещения измерительных пунктов на здании станции (цифры в кружках соответствуют месту расположения измерительных пунктов на станции ИСС)

Физико-механические свойства грунтов

Номер слоя грунта	Объемный вес, $т/м^3$	Угол внутреннего трения (град)	Удельное сцепление, МПа	Модуль деформации, МПа
(2)	1,40-1,60 (несущая способность 5 $кг/см^2$)			
(3),(6)	1,80	20	0,002	13
(4)	1,75	32	0,002	21
(5)	1,70	24	0,008	15

Распределение сейсмометрических каналов по измерительным пунктам

Номер канала	Состав канала (сейсмоприемник + гальванометр)	№ сейсмоприемника	№ гальванометра	Год ввода канала	Кинематический параметр записи
1	2	3	4	5	6
	Измерительный пункт № 1 (грунт)				
1	(С-5-С)+(ГБ-1У-В-3)	270	4152	1972	скорость
2	-"-	276	4154	-"-	-"-
3	-"-	141	4150	-"-	-"-
4	ВЭГИК+(ГБ-Ш-3)	1418	1375	1975	смещение
5	-"-	1382	2288	-"-	-"-
6	-"-	1440	3282	-"-	-"-
	ИГИС			1972	
	Измерительный пункт № 2 (фундамент)				
7	(СМ-3) + (ГБ-Ш-3)	144	1886	1973	смещение
8	-"-	148	1870	-"-	-"-
9	(С-5-С) + (ГБ-Ш-3)	277	2004	-"-	-"-
10	(ОСП-2М)+(М001.1А)	220	1503	1975	ускорение
11	-"-	221	1521	-"-	-"-
12	-"-	243	1524	-"-	-"-

1	2	3	4	5	6
		Измерительный пункт № 3 (3 этаж)			
13	(С-5-С) + (ГБ-Ш-3)	372	2015	1980	смещение
14	-"-	373	2017	-"-	-"-
15	-"-	380	2030	-"-	-"-
16	ССРЗ-М	243		1981	ускорение
		Измерительный пункт № 4 (6 этаж)			
17	(С-5-С) + (ГБ-Ш-3)	376	2028	1980	смещение
18	-"-	388	2029	-"-	-"-
19	-"-	389	2140	-"-	-"-
20	ССРЗ-М	244		1981	ускорение
		Измерительный пункт № 5 (покрытие)			
21	(С-5-С) + (ГБ-Ш-3)	381	1901	1972	смещение
22	-"-	386	1927	-"-	-"-
23	-"-	384	2008	-"-	-"-
24	ССРЗ-М	124		1980	ускорение

– Устройство защиты аппаратуры от сейсмических воздействий

Устройство представляет собой специальную сварную металлическую раму с гибкой подвеской на ней платформы, на которой устанавливаются осциллографы и

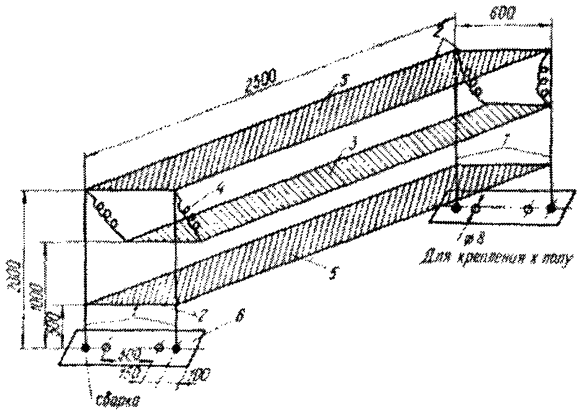


Рис. 26. Устройство защиты осциллографов от сейсмических воздействий

пусковое устройство. В качестве элементов подвески используются резиновые пружины. На рис. 26 приведен чертеж устройства, и даны его размеры.

Каркас устройства сварен из стального уголка 63х63х6 (1), 32х32х4 (2). Осциллографы установлены на подвесной площадке (3). Площадка подвешена на четырех пружинах (4), имеющих в нагруженном состоянии длину 1 м. Шунтовые коробки укреплены на плите (5). Для крепления к полу приварены стальные пластины (6).

– Автопусковое устройство станции

На станции используется модернизированное автопусковое устройство, схема которого представлена на рис. 27.

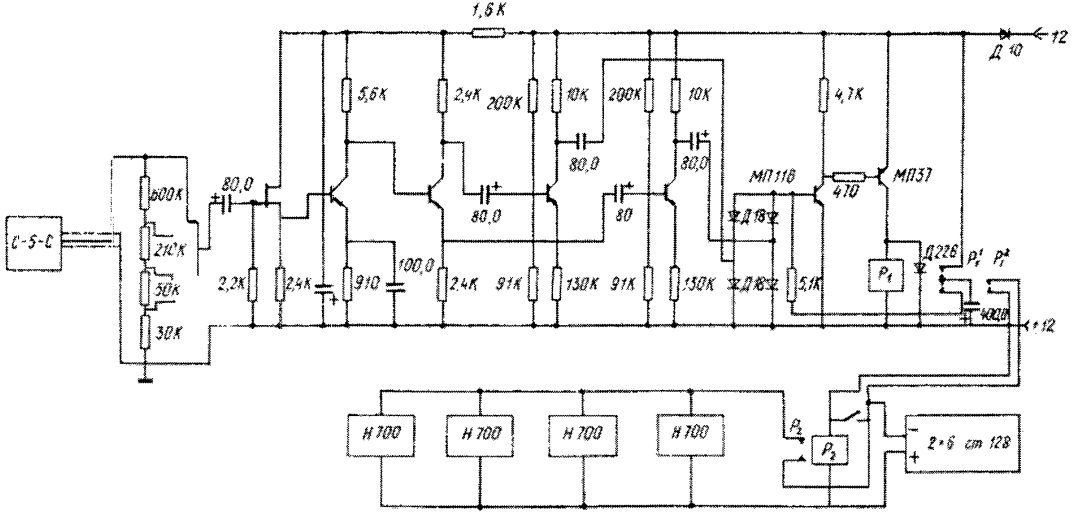


Рис. 27. Схема модернизированного автопускового устройства

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

Предисловие..... 3

1. Общие положения..... 5

2. Организация станции инженерно-сейсмометрической службы..... 6

3. Эксплуатация станции инженерно-сейсмометрической службы..... 21

Приложение 1. Переходные кронштейны для крепления сейсмоприемников в измерительных пунктах..... 53

Приложение 2. Тарировка сейсмометрических каналов с гальванометрической регистрацией..... 56

Приложение 3. Пример оформления типового паспорта станции ИСС.....63

ЦНИИ строительных конструкций им. В.А.Кучеренко

Рекомендации по организации и эксплуатации станций инженерно-сейсмометрической службы (ИСС)

Редактор М.И.Зыскина

Л- 76785 Сдано в набор 20.03.84 Подписано в печать 27.08.84 Тираж 500 экз.
Формат 60х90 1/16 Уч.-изд.л. 4,3 Усл.кр.-отт. 4,2
Заказ № 1158 Цена 40 коп.

Производственно-экспериментальные мастерские ВНИИИС Госстроя СССР

gost.e-ecolog.ru