



Член Саморегулируемой организации «СОЮЗАТОМГЕО»

Заказчик – Федеральное государственное казенное учреждение
«Дирекция по организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, а также
по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений полигона
«Красный Бор»

Выполнение работ по проектированию ликвидации
накопленного вреда окружающей среде на территории
городского округа г. Усолье-Сибирское Иркутской области

Этап 2

**ОТЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ
ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ
Технический отчёт
по инженерно-геологическим изысканиям**

Сейсмическое микрорайонирование

Часть 1 Текстовая часть

Общая пояснительная записка

5/2020ЕИ-ИГИ4.1

Том 2.4.1



Член Саморегулируемой организации «СОЮЗАТОМГЕО»

Заказчик – Федеральное государственное казенное учреждение
 «Дирекция по организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей
 среде, а также по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений полигона
 «Красный Бор»

Выполнение работ по проектированию ликвидации
 накопленного вреда окружающей среде на территории
 городского округа г. Усолье-Сибирское Иркутской области

Этап 2

ОТЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ

Технический отчёт
 по инженерно-геологическим изысканиям
 Сейсмическое микрорайонирование

Часть 1 Текстовая часть

Общая пояснительная записка

5/2020ЕИ-ИГИ4.1

Согласовано	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

И.о. первого заместителя генерального директора
 по реализации экологических проектов

А.И. Поляков

Главный инженер проекта

С.В. Жаринова

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «АВТОДОРПРОЕКТ»

Регистрационный № 201015/970 от 20.10.2015 г. в реестре членов саморегулируемой организации АС «Национальный альянс изыскателей «ГеоЦентр»

Заказчик – ФГКУ «Дирекция по ликвидации НВОС и ОБ ГТС полигона «Красный Бор»

**Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного
вреда окружающей среде на территории городского округа
г. Усолье-Сибирское Иркутской области
Этап 2**

ОТЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ

**Раздел 2
Технический отчёт
по инженерно-геологическим изысканиям
Подраздел 4
Сейсмическое микрорайонирование
Часть 1
Текстовая часть
Общая пояснительная записка**

5/2020ЕИ-ИГИ4.1

Том 2.4.1

Генеральный директор

Д.В. Рубцов

Главный инженер проекта
Идентификационный номер НОПРИЗ П-058812

В.С. Беспалов

Красноярск, 2021

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1	2	3	4
Раздел 2. Технический отчёт по инженерно-геологическим изысканиям			
Подраздел 4. Сейсмическое микрорайонирование			
2.4.1	5/2020ЕИ-ИГИ4.1	Часть 1. Текстовая часть Общая пояснительная записка	
2.4.2	5/2020ЕИ-ИГИ4.2	Часть 2. Графическая часть Карта сейсмического микрорайонирования М 1:5000	

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №					
	5/2020ЕИ-ИГИ4.1-С										
Инв. № подл.	Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата	Содержание раздела 5/2020ЕИ-ИГИ4.1	Стадия	Лист	Листов	
	Разраб.		Чумаков			04.21		ИИ		1	
	Проверил		Логонова			04.21		ООО «Автодорпроект»			
	ГИП		Беспалов			04.21					

Содержание

1	Введение.....	2
2	Сейсмическое микрорайонирование	5
3	Сведения о контроле качества и приемке работ.....	30
4	Заключение.....	33
5	Список использованной литературы	35
Приложение А		
	Акт сдачи-приемки полевых работ.....	38
	ТАБЛИЦА РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....	41

Ивл. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №						Лист
							5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	1
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

1 ВВЕДЕНИЕ

Инженерно-геологические изыскания на объекте: «Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на территории городского округа г. Усолье-Сибирское Иркутской области» выполнены ООО «Автодорпроект» на основании Технического задания на выполнение работ Приложение А (Том 2.1.2.1, шифр 5/2020ЕИ-ИГИ1.2.1) и программой инженерно-геологических изысканий Приложение Б ((Том 2.1.2.1, шифр 5/2020ЕИ-ИГИ1.2.1).

Местоположение: Территория, на которой в прошлом осуществлялась экономическая деятельность, связанная с производством химических веществ и химических продуктов на территории городского округа г. Усолье - Сибирское Иркутской области, включенная в характеристики объекта накопленного вреда окружающей среде «Территория, на которой в прошлом осуществлялась экономическая деятельность, связанная с производством химических веществ и химических продуктов на территории городского округа г. Усолье - Сибирское», включённого в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде (далее - ГРОНВОС) приказом Минприроды России от 29.07.2020 г. № 507 (далее - Объект).

Цель выполнения работ: обеспечение выполнения работ по ликвидации НВОС на территории, на которой в прошлом осуществлялась экономическая деятельность, связанная с производством химических веществ и химических продуктов на территории городского округа г. Усолье - Сибирское Иркутской области.

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечить получение данных по инженерно-геологическим условиям на территории Объекта в объеме, необходимом и достаточном, для разработки проектной документации для выполнения работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде (далее - НВОС) на территории городского округа г. Усолье-Сибирское Иркутской области и прохождения экспертиз в соответствии с требованиями законодательства РФ, нормативных технических документов федеральных органов исполнительной власти и градостроительному Кодексу РФ.

Задачами выполнения инженерно-геологических изысканий являются:

- изучение геологических условий территории Объекта ликвидации;
- изучение состава, строения и свойств грунтов (физических, физико-механических и т.д.);
- изучение участков с опасными инженерно-геологическими процессами и явлениями (при наличии);
- проведение буровых работ совместно с экологическими изысканиями для получения данных по объему загрязнения грунтов в плане и глубине.

Задача сейсмического микрорайонирования состоит в уточнении параметров сейсмических воздействий на площадке ликвидации объекта накопленного вреда в

Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ					Лист
					2

зависимости от местных условий – грунтовых, геоморфологических, гидрогеологических и геофизических.

Идентификационные признаки объекта (в соответствии со статьей 4 Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»):

1. Назначение: Ликвидация накопленного вреда окружающей среде на Объекте.

2. Принадлежность к объектам транспортной инфраструктуры и к другим объектам, функционально-технологические особенности, которых влияют на их безопасность:

к объектам транспортной инфраструктуры не относится;

объект представляет собой территорию с комплексом зданий и сооружений, на которой в прошлом осуществлялась экономическая деятельность, связанная с производством химических веществ и химических продуктов на территории городского округа г. Усолье-Сибирское.

В соответствии со сведениями Роскадастра - Объект располагается на землях промышленности.

3. Уровень ответственности:

нормальный, согласно пункту 7 части 1 и части 7 статьи 4 Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Основные технико-экономические показатели:

- Общая площадь объекта 2150 га.

Для решения поставленной задачи были выполнены полевые, лабораторные и камеральные работы.

Полевые работы проводились в феврале-апреле 2021 года, лабораторные и камеральные в апреле-мае 2021 года.

Право на производство инженерных изысканий представлено следующими документами:

- свидетельство АСО «БОИ» (Балтийское объединение изыскателей) о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства № 0576-2017-3811442020-01 от 06 апреля 2017 года.

- выписка из реестра членов саморегулируемой организации;

- заключение №68-05/213 о состоянии измерений в лаборатории ООО «Контур» выдано 25 января 2021г., действителен по 25 января 2024г.

Копии документов представлены в т Том 2.1.2.1, шифр 5/2020ЕИ-ИГИ1.2.1. (Приложение В)

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист	
									3
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.			

Сведения об изученности инженерно-геологических условий, физико-географических и техногенных условиях, геологическом строении тектоники, гидрогеологических условиях приводятся в т. 5/2020ЕИ-ИГИ1-ТЧ (Разделы 2-6). Полевые работы проводились в феврале-апреле 2021 года, камеральные в апреле-мае 2021 года.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

2 СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ

Исходная сейсмичность района площадки

На территории Российской Федерации нормативным документом, позволяющим оценивать степень сейсмической опасности для средних грунтовых условий, является Комплект карт ОСР-2015 (А, В, С). Карты ОСР-2015 А, ОСР-2015 В и ОСР-2015 С отражают 10%-, 5%- и 1%-ную вероятность возможного превышения (или 90%-, 95%- и 99%-ную вероятность не превышения) в течение 50 лет интенсивности сейсмических воздействий, указанных на картах цифрами в баллах шкалы MSK-64, и соответствуют повторяемости сейсмических сотрясений в среднем один раз в 500 (карта А), 1000 (В) и 5000 (С) лет. Комплект карт ОСР-2015 включен в утверждённый Госстроем РФ СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» и его актуализацию СП 14.13330.2018. Согласно данным документам район изыскиваемой площадки относится к 7-балльной зоне по карте ОСР-2015 А, к 8-балльной зоне по картам ОСР-2015 В и к 9-балльной зоне по картам ОСР-2015 С (Рисунок 2.1).

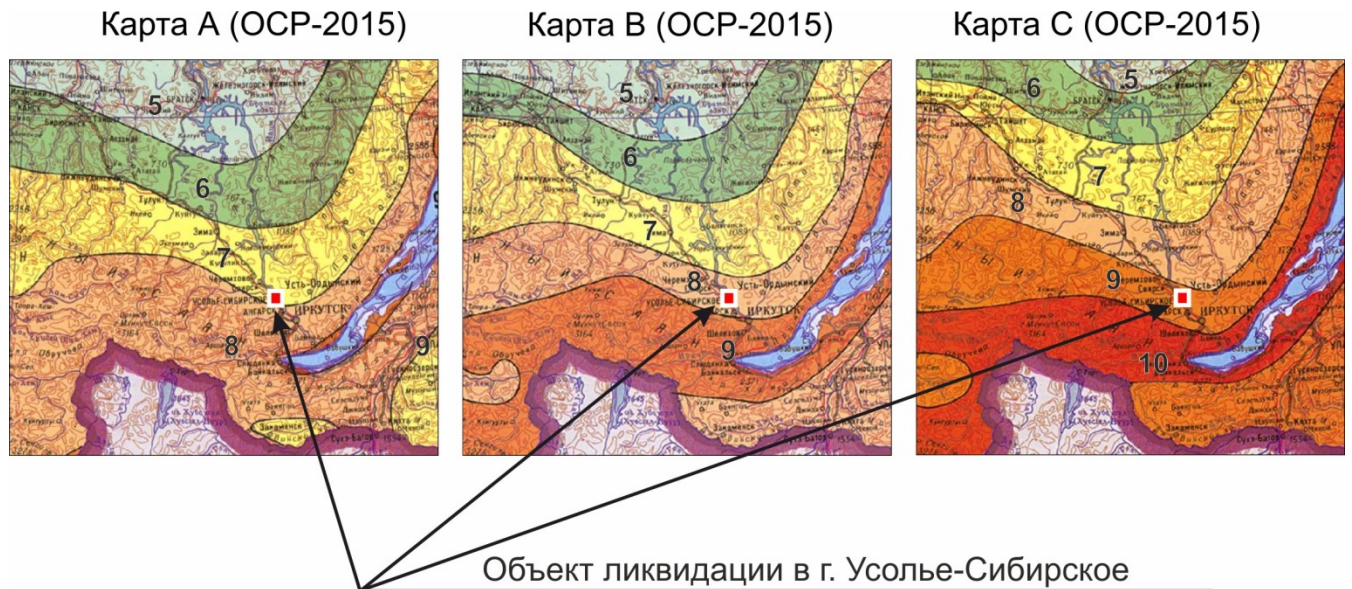


Рисунок 2.1 Расположение объекта работ на картах ОСР-2015-А, ОСР-2015-В и ОСР-2015 С

Уточнение исходной сейсмичности

В ходе составления Комплекта карт общего сейсмического районирования ОСР-2015 Северная Евразия была разделена на крупные и генетически единообразные в тектоническом, геодинамическом и сейсмическом отношении регионы R_i , а затем в соответствии с разработанной линеаментно-доменно-фокальной (ЛДФ) моделью в каждом из них выделялись основные структурные элементы (зоны возникновения очагов землетрясений) трех типов – линеаменты (L), отражающие концентрированную (структурированную) сейсмичность; домены (D), характеризующие рассеянную, сейсмичность; потенциальные очаги (F) землетрясений,

Взам. инв. №					
	Подпись и дата				
Инв. № подл.					
	Изм. Кол.уч. Лист № док. Подпись Дата				
5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ					Лист 5

выявляющие наиболее опасные участки и, как правило, приуроченные к линеamentным. Район расположения площадки попал в регион 3.1 - *Алтай-Саяно-Байкальский*.

Зоны возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) (Рис. 2.2), классифицировались по магнитуде M с шагом 0,5 единицы магнитуды. Верхний порог магнитуды (M_{\max}) определялся реальной сейсмогеодинамической обстановкой. Величина M_{\max} оценивалась всеми доступными и разумными способами: по археологическим и историческим памятникам, по размеру древних сейсмодислокаций, ширине зон динамического влияния главных сейсмогенных структур, протяженности и сегментации сейсмоактивных разломов, по размеру взаимодействующих геоблоков, по конфигурации графиков повторяемости землетрясений, по экстремальным значениям графика накопления тектонических деформаций, по потенциальным очагам землетрясений максимальной магнитуды и т.п. При этом в ОСР-2015 у доменов минимальная магнитуда $M_{\min} = 3,5$, а максимальная магнитуда $M_{\max} = 4,0-5,5$; у линеamentов $M_{\min} = 6,0$, $M_{\max} = 6-8$; у очагов $M_{\min} = 6,0$. В Алтай-Саяно-Байкальском регионе очагов не выделено. Таким образом, существует иерархия сейсмичности: слабая сейсмичность описывается доменами, более сильная – линеamentами и сильная очаговая – очагами.

Оценка особенностей сейсмичности района площадки с оценкой параметров землетрясений возможна на основе специализированного каталога землетрясений Северной Евразии, который был составлен и использован при разработке текущего комплекта карт общего сейсмического районирования (ОСР-2012/2015). В нем приведены основные параметры землетрясений с магнитудой $M \geq 3,5$ для региона до конца 2014 г. При уточнении исходной сейсмичности изучаемого района площадки этот каталог был дополнен сведениями о землетрясениях, происшедших за последующие годы, полученными Байкальским филиалом Геофизической службы РАН, который ведет работы по сейсмическому мониторингу в данном районе.

Анализ перечисленных выше сейсмических каталогов (Таблица 2.1) показывает, что за весь рассматриваемый период не известно ни одного землетрясения, которое могло вызвать на площадке сотрясения интенсивностью выше 8 баллов по шкале MSK-64 (интенсивность сотрясений от землетрясений оценивалась по формуле Н.В. Шебалина [9, 13] и с учетом новых соотношений [4]).

Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ					Лист
					6

Таблица 2.1 Сведения об известных землетрясениях с магнитудой $M \geq 3,5$, произошедших вокруг площадки

№	Дата	Время	° с.ш.	° в.д.	Магнитуда	Удаление от площадки, км	Интенсивность сотрясений в районе площадки, баллов MSK-64
1	~-7670	—	103,25	51,84	7,2	108	6,7
2	~-5600	—	103,35	51,82	7,6	109	7,3
3	~-5435	—	103,01	51,69	6,6	128	5,5
4	~-4890	—	102,36	51,91	7,1	129	6,3
5	~-3830	—	103,01	51,69	6,6	128	5,5
6	~-3170	—	102,36	51,91	7,1	129	6,3
7	~-2700	—	103,4	51,8	7,4	110	6,9
8	~-2210	—	102,36	51,91	7,1	129	6,3
9	~-1770	—	102,36	51,91	7,1	129	6,3
10	~-1590	—	102,36	51,91	7,1	129	6,3
11	~-1414	—	106,15	51,92	6,5	197	4,7
12	~-1235	—	106,15	51,92	6,5	197	4,7
13	~-1084	—	106,15	51,92	6,5	197	4,7
14	~-1039	—	106,15	51,92	6,5	197	4,7
15	~-976	—	106,15	51,92	6,5	197	4,7
16	~-699	—	106,14	51,92	6,5	197	4,7
17	~ 200	—	103,31	51,83	7,4	108	7,0
18	~ 1310	—	103,01	51,69	6,6	128	5,5
19	~ 1400	—	103,68	51,72	6,0	118	4,7
20	~ 1500	—	108,25	54,1	7,0	340	4,6
21	~ 1600	—	103,68	51,72	6,0	118	4,7
22	27.06.1742	~ 5:30	104,0	51,5	7,7	145	7,0
23	09.12.1761	~ 17:20	91,8	47,5	8,3	1024	4,9
24	24.10.1769	~ 13:00	105,5	51,5	7,3	192	6,0
25	~ 1775	—	100,4	52,35	6,5	222	4,5
26	~ 1775	—	106,85	53,13	6,5	220	4,5
27	01.08.1779	~ 13:09	104,5	51,7	6,6	135	5,4
28	1800	—	100,0	52,8	6,9	243	5,0
29	1806	—	106,25	52,16	6,5	192	4,8
30	02.09.1814	~ 20:00	102,4	51,8	6,4	137	5,1
31	16.12.1814	~ 23:00	105	51,5	6,4	171	4,8
32	07.03.1829	~ 22:00	101,7	51,7	7,0	177	5,6
33	18.08.1839	~ 1:00	102	51,5	7,1	180	5,8
34	11.01.1862	~ 9:00	106	52,3	6,5	170	4,9
35	12.01.1862	~ 7:19	106,7	52,3	7,5	216	6,1
36	08.03.1866	~ 4:30	104,5	51,7	6,0	135	4,5
37	03.03.1871	~ 23:17	~ 106	~ 52	6,3	184	4,5
38	12.01.1885	~ 16:00	106,5	52,5	6,7	197	5,0
39	11.04.1902	~ 23:43	104,5	51,6	6,9	145	5,8
40	26.11.1903	~ 11:49	107,6	52,7	6,7	269	4,5
41	09.07.1905	9:40:56	97,3	49,5	7,6	572	4,7
42	23.07.1905	2:47:00	96,2	49,3	8,2	646	5,5

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

№	Дата	Время	° с.ш.	° в.д.	Магнитуда	Удаление от площадки, км	Интенсивность сотрясений в районе площадки, баллов MSK-64
43	04.04.1950	18:44:14	101	51,77	7,0	210	5,4
44	04.12.1957	3:39:48	99,4	45,1	8,1	908	4,8
45	29.08.1959	17:03:14	106,98	52,68	6,8	227	4,9
46	05.01.1967	0:14:41	102,9	48,2	7,8	512	5,2
47	29.06.1995	23:02:31	103,12	51,85	5,9	109	4,7
48	27.08.2008	1:35:30	104,2	51,62	6,4	135	5,1

Наибольшая интенсивность сотрясений на площадке за исторический период связана с землетрясением 1742 года (см. таблицу 2.1), названным Большим Южно-Байкальским. Его описание содержится в «Каталоге землетрясений Российской Империи»: «Сего 1742 года, по воле Всемогущего Бога, июня 16-го дня в городе Иркутске, в первом и третьем часах дня было земли великое трясение, от которого в соборной церкви каменной с одной главы крест сломило, да при той соборной церкви с каменной колокольни главу сломило и учинило тому каменному зданию, на котором была колокольня, великие повреждения против середины; да в приходской Спасской церкви крест сломило, и из главы много кирпичей попадало, а в трапезнице учинило великую трещину. Звон колокольный во время землетрясения был сам собою. В доме же, где живет вице-губернатор, все печи повредило и слетели трубы. В здании Иркутской провинциальной канцелярии каменные стены повредило, и как над дверьми, так и над окнами вывалились кирпичи. А у обывательских домов все трубы рассыпались, а печи тоже все повредило». По оценке, данной известным иркутским сейсмологом С.И. Голенецким, интенсивность сотрясений от Большого Южно-Байкальского землетрясения в Иркутске достигала 8 баллов. Последний раз сотрясения с большой интенсивностью наблюдались на площадке 27.08.2008 от Култукского землетрясения (см. таблицу 2.1). В г. Иркутск оно ощущалось на уровне 5–6 баллов по шкале MSK-64.

Таким образом, уточненная по уравнению макросейсмического поля сейсмичность для площадки составляет 7 балла по шкале MSK-64. При этом следует подчеркнуть, что эта оценка не учитывает период повторяемости.

Для более представительной оценки уровня исходной сейсмичности необходимо произвести вероятностный анализ сейсмической опасности.

Расчеты сейсмической опасности включают комбинацию неопределенностей, связанных с силой землетрясения, расстоянием, повторяемостью и результирующими движениями грунта. Результаты расчетов представляются в виде совокупности кривых сейсмической опасности. При этом вероятность того, что ускорение A в рассматриваемой точке превысит некоторое значение a , можно вычислить с использованием теоремы полной вероятности:

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
									8
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ

$$P[A > a] = \int_m \int_r P[A > a|m, r] f_M f_R(r) dm dr \quad (2)$$

где: $P[A > a|m, r]$ – определяется выражением затухания, $f_M[m]$ и $f_R [r]$ – плотности вероятности магнитуды и гипоцентрального расстояния;

$f_M[m]$ – вычисляется с использованием усеченного экспоненциального распределения $P_N = \exp(-\nu m t)$;

$f_R [r]$ – функция расстояния; определяется геометрией разломов или площадных зон ВОЗ, вносящих вклад в оценку сейсмической опасности.

Входные данные для вероятностного анализа сейсмической опасности представляли собой выборку из каталога землетрясений с магнитудами от 4.5, попадающими в площадную зону с центром на изыскиваемой площадке радиусом не менее 900 км.

Далее расчеты производились с использованием программно-математического обеспечения EAST-2003 с использованием электронной базы ОСР-2015 линеаментно-доменнофокальной модели и обновленного Специализированного каталога землетрясений.

В результате были получены количественные выборки сейсмических событий с шагом по интенсивности сотрясаемости на площадке, равным 0,25 балла. Это дало возможность построить зависимость накопленной частоты событий от периода повторяемости (Рисунок 2.2).

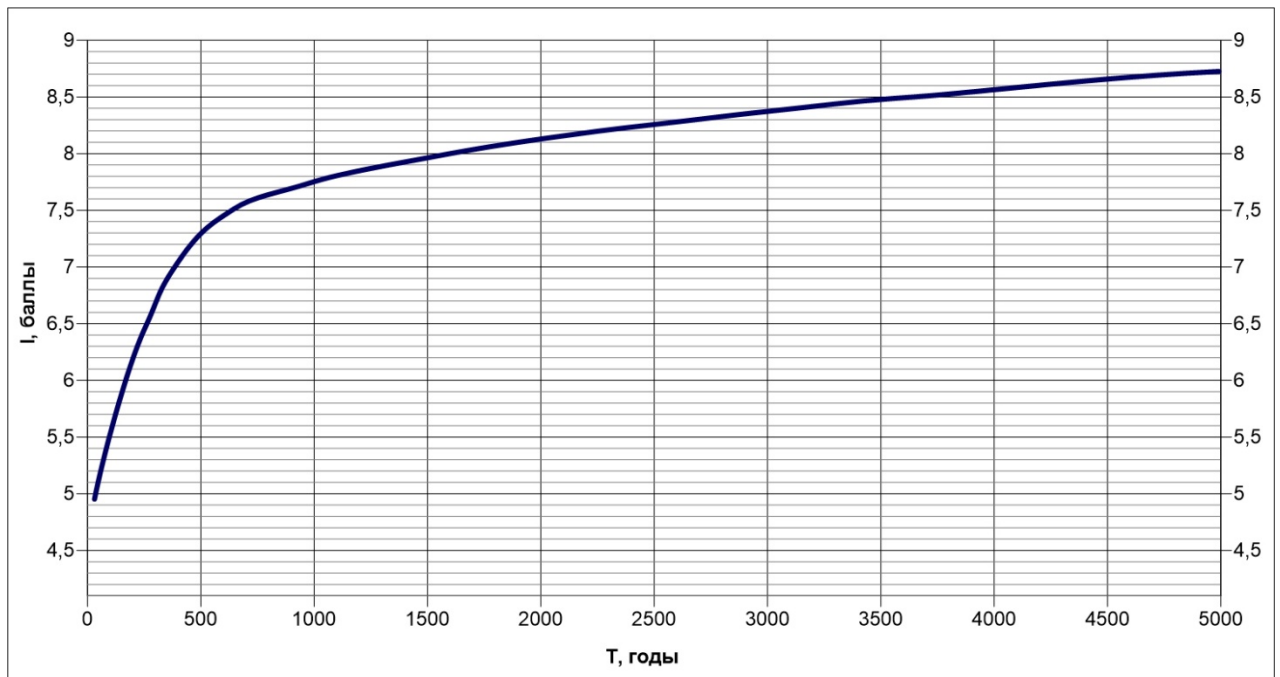


Рисунок 2.2. График вероятной сейсмической опасности участка работ в терминах интенсивности шкалы MSK-64.

Анализ данного графика (Рисунок 2.2) позволяет выявить интенсивность сотрясаемости в баллах в зависимости от периода повторяемости. Для периода в 500 лет (карта А-ОСР-2015) он

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

составляет **7,31** балла, для периода в 1000 лет (карта В-ОСР-2015) – **7,74** и для периода в 5000 лет (карта (карта С-ОСР-2015) – **8,73**.

Соотношение между силой землетрясения в пункте строительства и средним промежутком времени T , между землетрясениями этой силы относится к уравнению:

$$I=a+b*\lg T \quad (3);$$

Используя уравнение сейсмического режима (3) и формулу $R=50/T$ получим уравнение сейсмического риска:

$$I=c+d*\lg R \quad (4);$$

По сейсмологическим данным уравнение сейсмического риска для участка исследования имеет вид:

$$I=5,89-1,42*\lg R \quad (5);$$

Расчетная сила толчков для карт А-ОСР-2015 (10%), В-ОСР-2015 (5%) и С-ОСР-2015 (1%) составит:

$$\text{Для карты А-ОСР 2015} \quad I=5,89-1,42*\lg 50/500=7,31 \text{ балла};$$

$$\text{Для карты В-ОСР 2015} \quad I=5,89-1,42*\lg 50/1000=7,74 \text{ балла};$$

$$\text{Для карты С-ОСР 2015} \quad I=5,89-1,42*\lg 50/5000=8,73 \text{ балла};$$

С учетом сеймотектонических и макросейсмических данных, уточненная исходная сейсмичность (УИС) исследованного участка по карте А-ОСР-2015 составляет **7,31** баллов с 10% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 500 лет.

Уточненная исходная сейсмичность (УИС) исследованного участка по карте В-ОСР-2015 составляет **7,74** баллов с 5% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 1000 лет.

Уточненная исходная сейсмичность (УИС) исследованного участка по карте С-ОСР-2015 составляет **8,73** баллов с 1% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 5000 лет.

Уточнение сейсмичности площадки

Метод сейсмических жесткостей

В рамках решения задач по уточнению сейсмичности в пределах площади исследования применен метод сейсмических жесткостей как основной в практике СМР.

Расчет приращений балльности проводился по формуле С.В. Медведева (1962):

$$\Delta J=1.67 \lg V_3 * \rho_3 / V_i * \rho_i + \Delta J_{\text{упв.}} \quad (6).$$

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

где p_3V_3 и p_iV_i - сейсмические жесткости эталонного и исследуемого грунтов для поперечных (V_s) сейсмических волн, p_i - средневзвешенная плотность грунтов, $\Delta J_{упв}$ -приращения сейсмической интенсивности при использовании в расчетах продольных сейсмических волн.

ΔJ -расчетные значения приращений балльности.

Расчет приращения балльности проводился с учетом средневзвешенных значений скоростей поперечных сейсмических волн в 30 м толще, для исключения погрешности из за увлаженности пород, т. к. увлажненность пород на скорости распространения поперечных сейсмических волн не влияет.

На основе полученных значений скоростей поперечных сейсмических V_s волн по данным сейморазведки МПВ и полученных данных лабораторных исследований физико-механических свойств грунтов, установлена эмпирическая зависимость $V_s=f(\rho)$ (Рис. 2.3), где V_s - скорость поперечных сейсмических волн, а ρ –средневзвешенная плотность 30-метровой толщи.

Полученные значения средневзвешенных плотностей 30 метровой толщи использованы при расчетах сейсмических жесткостей и соответственно приращения балльности.



Рисунок 2.3. Эмпирическая зависимость между скоростями поперечных V_s сейсмических волн и средневзвешенными значениями плотностей 30 метровой толщи ($V_s=f(\rho)$)

Учитывая литологический состав пород 30-метровой толщи, скоростную характеристику и значения отношения скоростей продольных и поперечных сейсмических волн V_p/V_s , участок исследования в основном относится обводненным грунтам II категории (редко III категории) по сейсмическим свойствам, согласно СНиП II-7-81*, СП 14. 13330. 2018 табл. 4.1.

Уточненная исходная сейсмичность (УИС) исследованного участка по карте А-ОСР-2015 составляет **7,31** баллов, по карте В-ОСР-2015 составляет **7,74** баллов и по карте С-ОСР-2015 составляет **8,73** баллов соответственно: с 10%, 5% и 1% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в соответственно: 500,

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
							11

1000 и 5000 лет.

В соответствии РСН 60-86 раздел 5.1, в качестве эталонного приняты грунты II категории по сейсмическим свойствам СП 14.13330.2018 с параметрами: $V_p=690$ м/с, $V_s=350$ м/с, $\rho=1,87$ кг/м³.

Сейсмическая жесткость для эталонного грунта, определенная по поперечным S сейсмическим волнам составляет $350 \cdot 1,87=655$ т/м²с, согласно СП 269.1325800.2016. п.5.2.

Приращения балльности, рассчитаны относительно эталонного грунта II категории по сейсмическим свойствам по формуле (6).

Таблица 2.2 – Сейсмические скорости, жесткости пород, приращения балльности и уточненная интенсивность сейсмичности

№№ сейсмических зондов МПВ	Расположение СП	Средневзвешенные скорости продольных сейсмических волн 30 метровой толщи, V_p , м/сек	Средневзвешенные скорости поперечных сейсмических волн 30 метровой толщи, V_s , м/сек	Отношение скоростей продольных и поперечных сейсмических волн 30 метровой толщи, V_p/V_s	Расчет по РСН 65-87. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ.						
					Средневзвешенная плотность пород 30 м толщи в кг/м ³	Сейсмическая жесткость пород, т/м ² ·с по продольным P волнам	Сейсмическая жесткость пород, т/м ² ·с по поперечным S волнам	Приращение балльности J_s по S волнам	Расчетная сейсмическая интенсивность (баллы). Карта А-ОСР 2015 (10%). УИС=7,31	Расчетная сейсмическая интенсивность (баллы). Карта В-ОСР 2015 (5%). УИС=7,74	Расчетная сейсмическая интенсивность (баллы). Карта С-ОСР 2015 (1%). УИС=8,73
МПВ-1	СП-1	946	330	2,87	1,90	1798	627	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-12	935	327	2,85	1,90	1776	622	0,04	7,35	7,78	8,77
	СП-24	922	331	2,79	1,90	1752	628	0,03	7,34	7,77	8,76
МПВ-2	СП-1	585	302	1,94	1,86	1087	562	0,11	7,42	7,85	8,84
	СП-12	606	293	2,07	1,85	1121	542	0,14	7,45	7,88	8,87
	СП-24	617	311	1,98	1,87	1154	581	0,09	7,40	7,83	8,82
МПВ-3	СП-1	1073	292	3,67	1,85	1985	540	0,14	7,45	7,88	8,87
	СП-12	1075	295	3,64	1,85	1989	546	0,13	7,44	7,87	8,86
	СП-24	1093	282	3,88	1,82	1990	513	0,18	7,49	7,92	8,91
МПВ-4	СП-1	852	306	2,79	1,87	1594	571	0,10	7,41	7,84	8,83
	СП-12	874	296	2,95	1,85	1617	547	0,13	7,44	7,87	8,86
	СП-24	845	295	2,87	1,85	1564	546	0,13	7,44	7,87	8,86
МПВ-5	СП-1	834	302	2,76	1,86	1552	562	0,11	7,42	7,85	8,84
	СП-12	876	305	2,87	1,87	1638	570	0,10	7,41	7,84	8,83
	СП-24	897	307	2,92	1,87	1677	574	0,10	7,41	7,84	8,83
МПВ-6	СП-1	844	266	3,17	1,80	1518	479	0,23	7,54	7,97	8,96
	СП-12	830	267	3,10	1,80	1494	481	0,22	7,53	7,96	8,95
	СП-24	845	278	3,03	1,82	1538	507	0,19	7,50	7,93	8,92
МПВ-7	СП-1	1245	483	2,58	2,06	2564	996	-0,30	7,01	7,44	8,43
	СП-12	1241	456	2,72	2,10	2607	957	-0,28	7,03	7,46	8,45
	СП-24	1260	469	2,69	2,12	2672	995	-0,30	7,01	7,44	8,43
МПВ-8	СП-1	803	289	2,78	1,84	1478	531	0,15	7,46	7,89	8,88
	СП-12	831	285	2,92	1,83	1520	521	0,17	7,48	7,91	8,90
	СП-24	830	286	2,91	1,83	1519	523	0,16	7,47	7,90	8,89
МПВ-9	СП-1	934	316	2,96	1,87	1747	591	0,07	7,38	7,81	8,80
	СП-12	932	325	2,87	1,90	1770	617	0,04	7,35	7,78	8,77
	СП-24	879	319	2,75	1,88	1653	600	0,06	7,37	7,80	8,79
МПВ-10	СП-1	1391	544	2,55	2,24	3115	1219	-0,45	6,86	7,29	8,28
	СП-12	1355	557	2,43	2,26	3062	1260	-0,47	6,84	7,27	8,26

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист 12

	СП-24	1390	551	2,52	2,25	3127	1239	-0,46	6,85	7,28	8,27
МПВ-11	СП-1	1074	343	3,13	1,92	2062	658	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-12	1071	346	3,10	1,93	2067	668	-0,01	7,30	7,73	8,72
	СП-24	1086	338	3,22	1,88	2042	635	0,02	7,33	7,76	8,75
МПВ-12	СП-1	775	324	2,39	1,87	1450	606	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-12	826	293	2,82	1,85	1529	543	0,14	7,45	7,88	8,87
	СП-24	810	293	2,77	1,85	1499	542	0,14	7,45	7,88	8,87
МПВ-13	СП-1	902	293	3,07	1,85	1668	543	0,14	7,45	7,88	8,87
	СП-12	901	281	3,20	1,82	1640	512	0,18	7,49	7,92	8,91
	СП-24	926	287	3,22	1,82	1684	523	0,16	7,47	7,90	8,89
МПВ-14	СП-1	668	293	2,28	1,85	1236	542	0,14	7,45	7,88	8,87
	СП-12	661	307	2,15	1,86	1229	572	0,10	7,41	7,84	8,83
	СП-24	653	300	2,18	1,86	1215	558	0,12	7,43	7,86	8,85
МПВ-15	СП-1	983	338	2,91	1,87	1839	633	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-12	961	332	2,89	1,90	1827	632	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-24	923	327	2,82	1,90	1753	621	0,04	7,35	7,78	8,77
МПВ-16	СП-1	832	315	2,64	1,87	1557	589	0,08	7,39	7,82	8,81
	СП-12	840	306	2,75	1,86	1562	569	0,10	7,41	7,84	8,83
	СП-24	834	299	2,79	1,86	1550	557	0,12	7,43	7,86	8,85
МПВ-17	СП-1	992	305	3,25	1,86	1845	568	0,10	7,41	7,84	8,83
	СП-12	1023	295	3,47	1,85	1893	546	0,13	7,44	7,87	8,86
	СП-24	963	297	3,25	1,85	1781	549	0,13	7,44	7,87	8,86
МПВ-18	СП-1	1286	511	2,52	2,18	2804	1115	-0,39	6,92	7,35	8,34
	СП-12	1300	501	2,59	2,17	2820	1088	-0,37	6,94	7,37	8,36
	СП-24	1243	519	2,40	2,20	2736	1142	-0,40	6,91	7,34	8,33
МПВ-19	СП-1	847	308	2,75	1,86	1575	572	0,10	7,41	7,84	8,83
	СП-12	844	304	2,77	1,86	1569	566	0,11	7,42	7,85	8,84
	СП-24	824	300	2,75	1,86	1533	558	0,12	7,43	7,86	8,85
МПВ-20	СП-1	1122	304	3,69	1,86	2086	565	0,11	7,42	7,85	8,84
	СП-12	1138	301	3,78	1,86	2116	560	0,11	7,42	7,85	8,84
	СП-24	1114	316	3,53	1,87	2083	591	0,07	7,38	7,81	8,80
МПВ-21	СП-1	1326	591	2,24	2,32	3075	1371	-0,54	6,77	7,20	8,19
	СП-12	1313	623	2,11	2,36	3099	1469	-0,59	6,72	7,15	8,14
	СП-24	1339	616	2,17	2,35	3146	1447	-0,58	6,73	7,16	8,15
МПВ-22	СП-1	1015	324	3,13	1,89	1918	613	0,05	7,36	7,79	8,78
	СП-12	1045	328	3,19	1,90	1985	623	0,04	7,35	7,78	8,77
	СП-24	1053	330	3,19	1,90	2001	627	0,03	7,34	7,77	8,76
МПВ-23	СП-1	971	407	2,39	2,02	1961	821	-0,16	7,15	7,58	8,57
	СП-12	963	400	2,41	2,01	1935	803	-0,15	7,16	7,59	8,58
	СП-24	1022	407	2,51	2,02	2065	821	-0,16	7,15	7,58	8,57
МПВ-24	СП-1	895	289	3,10	1,82	1629	526	0,16	7,47	7,90	8,89
	СП-12	883	299	2,95	1,86	1642	556	0,12	7,43	7,86	8,85
	СП-24	916	293	3,13	1,85	1695	542	0,14	7,45	7,88	8,87
МПВ-25	СП-1	979	340	2,88	1,92	1881	654	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-12	999	340	2,94	1,92	1917	653	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-24	994	331	3,01	1,90	1889	628	0,03	7,34	7,77	8,76
МПВ-26	СП-1	1253	533	2,35	2,22	2783	1183	-0,43	6,88	7,31	8,30
	СП-12	1272	529	2,40	2,22	2823	1174	-0,42	6,89	7,32	8,31
	СП-24	1281	536	2,39	2,23	2857	1194	-0,44	6,87	7,30	8,29
МПВ-27	СП-1	1132	475	2,39	2,13	2412	1011	-0,31	7,00	7,43	8,42
	СП-12	1124	483	2,33	2,14	2405	1033	-0,33	6,98	7,41	8,40
	СП-24	1149	479	2,40	2,14	2458	1026	-0,33	6,98	7,41	8,40
МПВ-28	СП-1	899	310	2,90	1,87	1681	580	0,09	7,40	7,83	8,82
	СП-12	912	312	2,92	1,87	1705	583	0,08	7,39	7,82	8,81
	СП-24	939	318	2,95	1,88	1765	598	0,07	7,38	7,81	8,80
МПВ-29	СП-1	913	311	2,94	1,87	1708	581	0,09	7,40	7,83	8,82
	СП-12	929	335	2,78	1,90	1765	636	0,02	7,33	7,76	8,75
	СП-24	915	323	2,83	1,88	1720	608	0,05	7,36	7,79	8,78
МПВ-30	СП-1	640	317	2,02	1,87	1198	593	0,07	7,38	7,81	8,80
	СП-12	657	323	2,03	1,88	1235	607	0,05	7,36	7,79	8,78
	СП-24	646	325	1,99	1,90	1227	617	0,04	7,35	7,78	8,77

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ

Лист

13

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

	СП-12	628	316	1,98	1,87	1173	591	0,07	7,38	7,81	8,80
	СП-24	616	308	2,00	1,86	1145	574	0,10	7,41	7,84	8,83
МПВ-52	СП-1	1018	325	3,13	1,90	1934	617	0,04	7,35	7,78	8,77
	СП-12	974	314	3,10	1,87	1821	587	0,08	7,39	7,82	8,81
	СП-24	1045	304	3,44	1,86	1943	565	0,11	7,42	7,85	8,84
МПВ-53	СП-1	1370	571	2,40	2,28	3124	1302	-0,50	6,81	7,24	8,23
	СП-12	1362	551	2,47	2,17	2955	1196	-0,44	6,87	7,30	8,29
	СП-24	1351	566	2,39	2,27	3068	1286	-0,49	6,82	7,25	8,24
МПВ-54	СП-1	1262	508	2,48	2,18	2750	1107	-0,38	6,93	7,36	8,35
	СП-12	1246	511	2,44	2,19	2728	1120	-0,39	6,92	7,35	8,34
	СП-24	1238	487	2,54	2,15	2662	1047	-0,34	6,97	7,40	8,39
МПВ-55	СП-1	1088	343	3,17	1,92	2088	658	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-12	1085	339	3,20	1,92	2083	651	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-24	1094	344	3,18	1,92	2100	660	-0,01	7,30	7,73	8,72
МПВ-56	СП-1	865	328	2,64	1,90	1643	622	0,04	7,35	7,78	8,77
	СП-12	901	342	2,63	1,92	1729	657	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-24	890	344	2,59	1,92	1708	660	-0,01	7,30	7,73	8,72
МПВ-57	СП-1	1280	556	2,30	2,26	2893	1257	-0,47	6,84	7,27	8,26
	СП-12	1245	559	2,23	2,27	2827	1269	-0,48	6,83	7,26	8,25
	СП-24	1233	550	2,24	2,25	2774	1237	-0,46	6,85	7,28	8,27
МПВ-58	СП-1	1231	505	2,44	2,17	2672	1096	-0,37	6,94	7,37	8,36
	СП-12	1216	500	2,43	2,17	2638	1086	-0,37	6,94	7,37	8,36
	СП-24	1221	492	2,48	2,16	2637	1063	-0,35	6,96	7,39	8,38
МПВ-59	СП-1	1283	563	2,28	2,27	2913	1277	-0,48	6,83	7,26	8,25
	СП-12	1282	563	2,28	2,27	2909	1278	-0,49	6,82	7,25	8,24
	СП-24	1271	568	2,24	2,28	2898	1296	-0,49	6,82	7,25	8,24
МПВ-60	СП-1	1154	331	3,48	1,90	2192	630	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-12	1125	343	3,28	1,92	2161	658	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-24	1149	340	3,38	1,92	2206	652	0,00	7,31	7,74	8,73
МПВ-61	СП-1	1189	585	2,03	2,31	2746	1352	-0,53	6,78	7,21	8,20
	СП-12	1200	580	2,07	2,30	2760	1335	-0,52	6,79	7,22	8,21
	СП-24	1192	577	2,07	2,29	2729	1321	-0,51	6,80	7,23	8,22
МПВ-62	СП-1	1204	510	2,36	2,19	2636	1116	-0,39	6,92	7,35	8,34
	СП-12	1197	516	2,32	2,20	2633	1135	-0,40	6,91	7,34	8,33
	СП-24	1192	505	2,36	2,18	2598	1101	-0,38	6,93	7,36	8,35
МПВ-63	СП-1	1230	497	2,48	2,17	2669	1078	-0,36	6,95	7,38	8,37
	СП-12	1221	494	2,47	2,17	2650	1071	-0,36	6,95	7,38	8,37
	СП-24	1205	481	2,51	2,16	2602	1038	-0,33	6,98	7,41	8,40
МПВ-64	СП-1	1375	574	2,40	2,29	3150	1314	-0,51	6,80	7,23	8,22
	СП-12	1329	569	2,34	2,28	3030	1298	-0,50	6,81	7,24	8,23
	СП-24	1377	549	2,51	2,25	3099	1235	-0,46	6,85	7,28	8,27
МПВ-65	СП-1	1197	491	2,44	2,17	2598	1065	-0,35	6,96	7,39	8,38
	СП-12	1204	487	2,47	2,17	2613	1058	-0,35	6,96	7,39	8,38
	СП-24	1169	478	2,45	2,14	2503	1023	-0,32	6,99	7,42	8,41
МПВ-66	СП-1	1341	541	2,48	2,24	3004	1211	-0,45	6,86	7,29	8,28
	СП-12	1319	525	2,51	2,20	2902	1155	-0,41	6,90	7,33	8,32
	СП-24	1317	527	2,50	2,20	2898	1160	-0,41	6,90	7,33	8,32
МПВ-67	СП-1	973	333	2,93	1,90	1849	632	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-12	984	320	3,07	1,88	1849	602	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-24	973	326	2,98	1,90	1849	620	0,04	7,35	7,78	8,77
МПВ-68	СП-1	917	312	2,93	1,87	1714	584	0,08	7,39	7,82	8,81
	СП-12	904	316	2,86	1,87	1690	591	0,07	7,38	7,81	8,80
	СП-24	917	319	2,87	1,88	1724	600	0,06	7,37	7,80	8,79
МПВ-69	СП-1	1214	474	2,56	2,14	2599	1014	-0,32	6,99	7,42	8,41
	СП-12	1212	489	2,48	2,17	2629	1061	-0,35	6,96	7,39	8,38
	СП-24	1184	488	2,43	2,17	2570	1059	-0,35	6,96	7,39	8,38
МПВ-70	СП-1	1270	524	2,42	2,21	2807	1158	-0,41	6,90	7,33	8,32
	СП-12	1281	519	2,47	2,20	2817	1142	-0,40	6,91	7,34	8,33
	СП-24	1275	509	2,50	2,19	2792	1114	-0,39	6,92	7,35	8,34
МПВ-71	СП-1	956	320	2,99	1,88	1797	601	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-12	929	328	2,83	1,90	1765	623	0,04	7,35	7,78	8,77

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ

Лист

15

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

	СП-24	964	315	3,06	1,87	1802	589	0,08	7,39	7,82	8,81
МПВ-72	СП-1	1111	344	3,23	1,92	2134	661	-0,01	7,30	7,73	8,72
	СП-12	1128	338	3,34	1,91	2155	645	0,01	7,32	7,75	8,74
	СП-24	1099	326	3,37	1,90	2088	619	0,04	7,35	7,78	8,77
МПВ-73	СП-1	828	309	2,68	1,86	1541	574	0,10	7,41	7,84	8,83
	СП-12	850	319	2,66	1,88	1597	600	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-24	857	317	2,71	1,88	1612	596	0,07	7,38	7,81	8,80
МПВ-74	СП-1	1231	483	2,55	2,16	2659	1043	-0,34	6,97	7,40	8,39
	СП-12	1237	489	2,53	2,17	2685	1061	-0,35	6,96	7,39	8,38
	СП-24	1222	484	2,52	2,16	2639	1045	-0,34	6,97	7,40	8,39
МПВ-75	СП-1	1110	314	3,54	1,87	2076	587	0,08	7,39	7,82	8,81
	СП-12	1080	325	3,32	1,88	2030	611	0,05	7,36	7,79	8,78
	СП-24	1109	314	3,53	1,87	2074	588	0,08	7,39	7,82	8,81
МПВ-76	СП-1	1212	442	2,74	1,92	2327	849	-0,19	7,12	7,55	8,54
	СП-12	1205	440	2,74	1,92	2313	845	-0,19	7,12	7,55	8,54
	СП-24	1219	440	2,77	1,92	2340	844	-0,18	7,13	7,56	8,55
МПВ-77	СП-1	967	322	3,01	1,88	1818	605	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-12	990	323	3,07	1,88	1862	607	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-24	979	315	3,11	1,87	1831	589	0,08	7,39	7,82	8,81
МПВ-78	СП-1	972	322	3,02	1,88	1828	606	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-12	1076	333	3,24	1,90	2045	632	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-24	1017	324	3,14	1,88	1912	609	0,05	7,36	7,79	8,78
МПВ-79	СП-1	1119	343	3,27	1,92	2149	658	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-12	1139	342	3,33	1,92	2186	657	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-24	1122	347	3,23	1,93	2166	670	-0,02	7,29	7,72	8,71
МПВ-80	СП-1	1286	507	2,54	2,18	2803	1106	-0,38	6,93	7,36	8,35
	СП-12	1268	494	2,56	2,17	2752	1073	-0,36	6,95	7,38	8,37
	СП-24	1265	476	2,66	2,13	2695	1015	-0,32	6,99	7,42	8,41
МПВ-81	СП-1	996	322	3,09	1,88	1873	606	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-12	1019	322	3,17	1,88	1916	605	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-24	1015	333	3,05	1,90	1929	632	0,03	7,34	7,77	8,76
МПВ-82	СП-1	1097	345	3,18	1,92	2106	663	-0,01	7,30	7,73	8,72
	СП-12	1038	325	3,19	1,88	1951	611	0,05	7,36	7,79	8,78
	СП-24	1058	329	3,22	1,90	2011	624	0,03	7,34	7,77	8,76
МПВ-83	СП-1	1286	346	3,72	1,93	2482	667	-0,01	7,30	7,73	8,72
	СП-12	1275	315	4,04	1,87	2385	590	0,08	7,39	7,82	8,81
	СП-24	1300	300	4,34	1,86	2418	557	0,12	7,43	7,86	8,85
МПВ-84	СП-1	1363	353	3,87	1,94	2645	684	-0,03	7,28	7,71	8,70
	СП-12	1331	355	3,75	1,94	2583	689	-0,04	7,27	7,70	8,69
	СП-24	1326	355	3,73	1,94	2573	689	-0,04	7,27	7,70	8,69
МПВ-85	СП-1	1009	332	3,04	1,90	1918	630	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-12	1026	339	3,03	1,92	1970	650	0,01	7,32	7,75	8,74
	СП-24	1030	321	3,21	1,88	1937	603	0,06	7,37	7,80	8,79
МПВ-86	СП-1	1116	335	3,33	1,90	2120	636	0,02	7,33	7,76	8,75
	СП-12	1128	333	3,39	1,90	2143	632	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-24	1129	342	3,30	1,92	2167	658	0,00	7,31	7,74	8,73
МПВ-87	СП-1	1044	339	3,08	1,92	2004	650	0,01	7,32	7,75	8,74
	СП-12	1055	341	3,10	1,92	2026	654	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-24	1080	334	3,23	1,90	2053	635	0,02	7,33	7,76	8,75
МПВ-88	СП-1	1046	332	3,15	1,90	1988	630	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-12	1064	343	3,10	1,92	2043	659	0,00	7,31	7,74	8,73
	СП-24	1071	332	3,23	1,90	2036	630	0,03	7,34	7,77	8,76
МПВ-89	СП-1	1125	321	3,50	1,88	2116	604	0,06	7,37	7,80	8,79
	СП-12	1143	307	3,73	1,86	2126	571	0,10	7,41	7,84	8,83
	СП-24	1138	308	3,69	1,86	2117	573	0,10	7,41	7,84	8,83
МПВ-90	СП-1	1322	316	4,18	1,87	2471	591	0,07	7,38	7,81	8,80
	СП-12	1293	332	3,90	1,90	2456	630	0,03	7,34	7,77	8,76
	СП-24	1272	329	3,87	1,90	2418	625	0,03	7,34	7,77	8,76

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ

Лист

16

Средневзвешенное значение скоростей сейсмических волн для 30-метровой толщи составляет: $V_p=585 \div 1391$ м/с, а $V_s=259 \div 622$ м/с, а значения V_p/V_s для 30-метровой толщи составляют $V_p/V_s=1,94-4,34$ (Таблица 2.2), что в основном соответствует грунтам II категории по сейсмическим свойствам (на точках наблюдения МПВ где значения $V_p/V_s \geq 3,5$, соответствуют грунтам III категории по сейсмическим свойствам) (таблица 4.1 СП 14.13330.2018). Повышенными значениями V_p/V_s характеризуются участки, где скорость распространения продольных сейсмических волн высокая и соответственно породы сильно увлажненные.

Значения сейсмических жесткостей, определенные по продольным сейсмическим волнам 30- метровой толщи, меняются от 1087 т/м²с – до 3150 т/м²с, а по поперечным сейсмическим волнам от 466 т/м²с – до 1469 т/м²с (Таблица 2.2).

Значения приращения балльности определенная методам сейсмических жесткостей по поперечным сейсмическим волнам составляет: $\Delta J_{сж}$ = минимальное (-0,59), максимальное (+0,25) относительно эталонного грунта II категории по сейсмическим свойствам с параметрами: $V_p=695$ м/с, $V_s=350$ м/с, $\rho=1,87$ г/см³.

Уточненная расчетная сейсмичность участка исследования по карте А-ОСР-2015 составляет **6,72-7,56** баллов (Чертеж 2, Таблица 2.2)

Уточненная расчетная сейсмичность участка исследования по карте В-ОСР-2015 составляет **7,15-7,99** баллов (Чертеж 3, Таблица 2.2) с 5% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 1000 лет.

Уточненная расчетная сейсмичность участка исследования по карте С-ОСР-2015 составляет **8,14-8,98** баллов (Чертеж 4, Таблица 2.2) с 1% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 5000 лет.

Расчетная сейсмичность площади строительства по шкале МСК 64 с учетом уровня ответственности сооружений составляет **7,0 и 7,56** или СЕМЬ и ВОСЕМЬ целых баллов с 10% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 500 лет (Карта А-ОСР-2015) (Чертеж 5).

Расчетная сейсмичность площади строительства по шкале МСК 64 с учетом уровня ответственности сооружений составляет **7,99** или ВОСЕМЬ целых баллов с 5% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 1000 лет (Карта В-ОСР-2015) (Чертеж 6)

Расчетная сейсмичность площади строительства по шкале МСК 64 с учетом уровня ответственности сооружений составляет **8,98** или ДЕВЯТЬ целых баллов с 1% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 5000 лет (Карта С-ОСР-2015) (Чертеж 7)

Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.								Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Количественные характеристики прогнозируемых сейсмических воздействий на площадке

Расчетные методы применяются для решения задач сейсмического микрорайонирования, связанных с прогнозом поведения грунтов при возможных максимально сильных сейсмических воздействиях на данной территории, когда реальных инструментальных записей сильных землетрясений для нее нет. При этом выполняются расчеты спектральных характеристик и синтетических акселерограмм для моделей исследуемой среды. Определяются такие величины, как максимальные ускорения колебаний грунтов и резонансные частоты рыхлой толщи. В свою очередь для их получения необходимо задание исходного сигнала (с учетом зон ВОЗ и параметров очага), построение необходимого числа сейсмических моделей и проведение теоретических расчетов. Последние даются для обобщенных сейсмических моделей, которые являются наиболее вероятными для грунтовых условий исследуемой площадки.

Для нахождения характеристик сейсмических воздействий на площадке необходимо определить параметры землетрясений, задающих сейсмичность на ней. Для этого необходимо рассмотреть параметры зон ВОЗ, окружающих площадку, с учетом спадания интенсивности колебаний по мере удаления от относящихся к ним гипоцентров землетрясений.

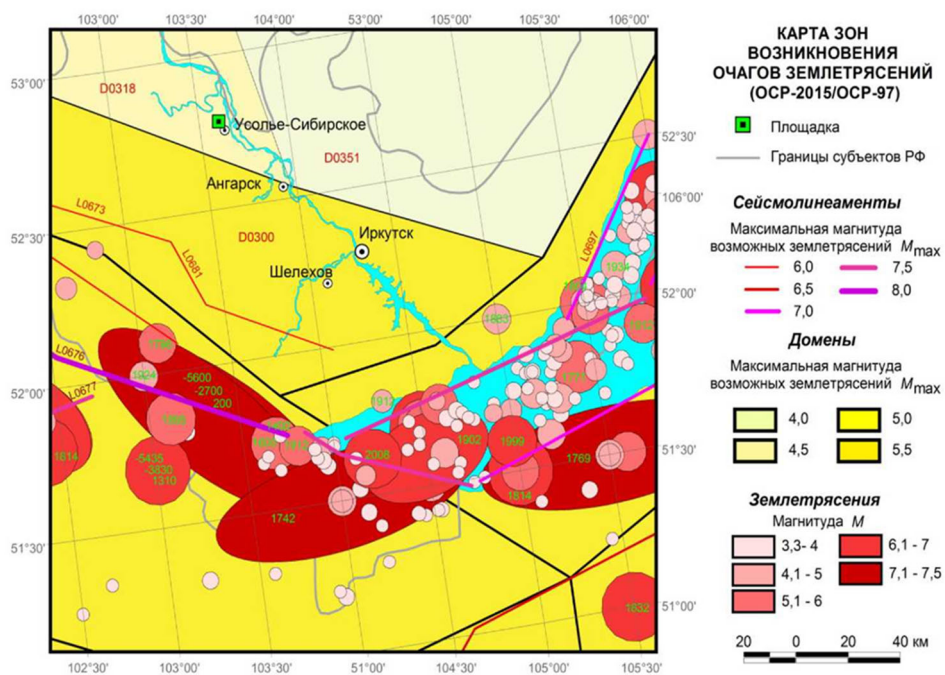


Рис. 2.3 Карта зон возникновения очагов землетрясений по ОСР-2015, а также землетрясения специализированного каталога (у наиболее сильных землетрясений красным шрифтом указаны года возникновения); площадка показана зеленым квадратом

После выделения зон ВОЗ удельная плотность общего потока VRM сейсмических событий разных магнитуд M в регионе, равная их среднегодовому числу, распределялась между всеми зонами региона. Поток доменов определялся из реальных характеристик покрываемых ими областей (сейсмические каталоги, сейсмодислокации и т.п.). Вся сейсмичность с $M > 6,0$

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
							18

распределялась на линеаменты пропорционально их длине, т.е. активность 1 км любого линеамента в данном регионе одинакова, однако сильная сейсмичность на них «обрывается» согласно их M_{max} . Для каждой зоны ВОЗ также оценивались параметры возможных в ней землетрясений: возможные глубины, азимуты, углы наклона и т.д., а также возможные разбросы в их значениях.

Величина сейсмичности района площадки определяется параметрами зон ВОЗ (см. рисунок 2.3), взаимным расположением исследуемых участков относительно активных сейсмогенных структур региона (линеаментов и доменов). Параметры зон ВОЗ, ближайших к рассматриваемой площадке, полученные из базы данных карт ОСР-2015, приведены в таблицах 2.3 и 2.4

Таблица 2.3 - Параметры линеаментов с различными M , из базы данных ОСР-2015, ближайших к площадке

Номер линеамента на карте зон ВОЗ	Длина линеамента в км	Координаты концов линеамента в градусах		График повторяемости землетрясений		Глубина кровли и подошвы слоя для верхней кромки очага-площадки	
		широта	долгота	Магнитуда МЛН	Количество N в год	H_k , км	H_p , км
L0673	69	52,67	102,32	6,0	0,0005279	2,0	12,0
		52,42	103,25	-	-	-	-
L0681	27	52,42	103,25	6,0	0,0001998	2,0	12,0
		52,20	103,40	-	-	-	-
L0702	37	51,98	106,40	6,5	0,0002790	4,0	19,0
		51,75	106,01	6,0	0,0002826	4,0	14,0
L0697	74	52,50	106,01	7,0	0,0004665	4,0	24,0
		51,96	105,39	6,5	0,0005528	4,0	19,0
		-	-	6,0	0,0005600	4,0	14,0
L0677	102	51,96	102,70	7,5	0,0004473	1,2	26,2
		51,75	101,26	7,0	0,0006553	1,2	21,2
		-	-	6,5	0,0007766	1,2	16,2
		-	-	6,0	0,0007867	1,2	11,2
L0676	93	52,10	102,53	8,0	0,0002750	1,2	31,2
		51,74	103,75	7,5	0,0004060	1,2	26,2
		-	-	7,0	0,0005948	1,2	21,2
		-	-	6,5	0,0007048	1,2	16,2
		-	-	6,0	0,0007140	1,2	11,2

Таблица 2.4 - Параметры домена из базы данных ОСР-2015, в котором расположена площадка

Номер домена на карте зон ВОЗ	Площадь домена в кв. км	Координаты вершин домена-многоугольника в градусах		Повторяемость землетрясений		Глубина кровли и подошвы слоя для верхней кромки очага площадки	
		широта	долгота	Магнитуда МЛН	Количество N в год	H_k , км	H_p , км
		D0318	184141	58,13	99,41	4,5	0,01232690
		58,68	103,78	4,0	0,02759650	6,0	11,0
		56,38	103,07	-	-	-	-
		54,94	103,11	-	-	-	-
		52,54	103,97	-	-	-	-
		53,08	102,25	-	-	-	-
		55,87	98,63	-	-	-	-
		56,43	97,22	-	-	-	-

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

		56,66	94,54	-	-	-	-
		57,70	93,50	-	-	-	-
		58,13	99,41	-	-	-	-
D0300	254107	56,57	92,60	5,5	0,01636440	2,0	7,0
		56,66	94,54	5,0	0,04527933	2,0	7,0
		56,43	97,22	4,5	0,12528530	2,0	7,0
		55,87	98,63	4,0	0,34665710	2,0	7,0
		53,08	102,25	-	-	-	-
		52,54	103,97	-	-	-	-
		52,17	105,31	-	-	-	-
		51,95	104,64	-	-	-	-
		51,87	103,74	-	-	-	-
		52,41	102,87	-	-	-	-
		53,10	100,58	-	-	-	-
		53,58	97,69	-	-	-	-
		53,51	94,96	-	-	-	-
		52,89	90,26	-	-	-	-
		54,60	89,23	-	-	-	-
		56,21	89,05	-	-	-	-

Площадка находится в домоне D0318, имеющем максимальную магнитуду, равную 4,5. Минимальное расстояние от площадки до ближайших линеаментов L0673 и L0681, характеризующихся максимальной магнитудой 6,0, составляет около 47 км (см. рис. 2.3).

Параметры землетрясений, представляющих максимальную опасность для площадки

Для нахождения характеристик сейсмических воздействий на площадке необходимо определить параметры землетрясений, задающих сейсмичность на ней. Для этого необходимо рассмотреть параметры зон ВОЗ, окружающих площадку, с учетом спада интенсивности колебаний по мере удаления от относящихся к ним гипоцентров землетрясений

О спадании балльности сейсмических сотрясений от землетрясений заданной магнитуды и с расстоянием при удалении объектов от эпицентральных областей можно судить по известному уравнению Н.В. Шебалина, а также по реальным оценкам недавних землетрясений и выявленных макросейсмических закономерностей. Расчет проводился по уравнению вида:

$$I = 1,5 MLH - 3,5 \lg R + 3,0 \quad (7)$$

где I - интенсивность сотрясений в баллах от землетрясения с магнитудой (Mш) и удалением от его гипоцентра на расстояние R (в км). Коэффициенты в данном уравнении, были многократно проверены на практике.

Был проведен анализ параметров зон ВОЗ с различными Mmax, ближайших к площадке, в соответствии с уравнением Н.В. Шебалина (см. таблицу 2.5). Он показал, что сильные сотрясения с интенсивностью 8 баллов по шкале MSK-64, соответствующей исходной сейсмичности площадки, на площадке могут вызвать только землетрясения, относящиеся к линеаменту L0676 (см. таблицу 2.5). В то же время было установлено, что землетрясения на остальных линеаментах не способны вызвать на площадке сотрясения интенсивностью в 8 баллов и более.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
										20
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ				

Таблица 2.5 - Максимальная интенсивность сейсмических воздействий от землетрясений, приуроченных к ближайшим к площадке зонам ВОЗ из базы данных ОСР-2015 с различными M_{max}

Зона ВОЗ, соответствующая землетрясению	D0318	D0300	L0673	L0681	L0702	L0697	L0677	L0676
Максимальная магнитуда зоны ВОЗ	4,5	5,5	6,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
Минимальное расстояние от зоны ВОЗ до площадки, км	6	15	47	47	198	151	110	100
Максимальная расчетная интенсивность на площадке от зоны ВОЗ, баллы MSK-64	7,0	7,1	6,1	6,1	4,7	5,9	7,1	8,0

Для дальнейшего определения параметров сейсмических воздействий на площадке необходимо найти наиболее типичные значения параметров землетрясений, возникновение которых приведет к колебаниям с интенсивностью, соответствующей исходной сейсмичности (согласно карте ОСР-2015-В - 8 баллов по шкале MSK-64). Землетрясения с такими параметрами называют модальными. Их следует рассматривать для оценки сейсмической опасности на заданной площадке.

Для оценки типичных параметров землетрясений, способных вызвать в районе площадки сотрясения интенсивностью в 8 баллов был проведен анализ вкладов в уровень сейсмической опасности сейсмогенерирующих структур (зон ВОЗ). Установлено, что модальным землетрясением является события, относящиеся к линеаменту L0676 (Главный Саянский разлом) модели зон возникновения очагов ОСР-2015/ОСР-97. Землетрясения в нем распределены на глубине 1,2...31,2 км (см. таблицу 2.4). Их максимальная магнитуда равна 8,0.

Таким образом, модальное землетрясение для сотрясений интенсивностью $I = 8$ баллов по шкале MSK-64 на рассматриваемой площадке относится к линеаменту L0676, имеет магнитуду $M = 8,0$ и удаление гипоцентра от площадок $R = 100,0$ км, что следует как из формулы Н.В. Шебалина, так и из последних исследований, использованных при построении комплекта карт ОСР-2015.

Параметры модального землетрясения были использованы для расчета акселерограммы, используемой в расчетах реакции грунта площадки на сейсмические воздействия.

Определение параметров, задающих вид исходной акселерограммы на площадке

Для расчета характеристик ожидаемых сейсмических воздействий на площадке от сильных землетрясений необходимо сначала получить акселерограмму соответствующую модальному землетрясению, которое в данном случае имеет магнитуду $M = 8,0$ и гипоцентральное расстояние $R = 100,0$ км. Дополнительно необходимо учесть, что для землетрясений Главного Саянского разлома (линеамент L0676) характерен взбросо-сдвиговой механизм. Получаемая акселерограмма должна относиться к основанию верхней толщи известного инженерно-геологического разреза. Далее акселерограмма будет пересчитана на верхнюю границу толщи грунтов площадки.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
							21

Максимальное ускорение акселерограммы модального землетрясения определялось согласно выражению для ближней зоны:

$$I g_{a_{max}} = C_0 (0,33 M - 0,61 - \lg R) + 2,23 \quad (8)$$

где R - гипоцентральное расстояние, а C0 для взбросов принимает значение равное 0,717. Для выбранного модального землетрясения $a_{max} = 1091,4 \text{ см/с}^2$.

Преобладающий период колебаний, связанный с максимальной амплитудой записи, T_{amax} рассчитывался по формуле:

$$\lg T_{amax} = 0,15 M + 0,25 \lg R - 1,9 + C \pm 0,20 \quad (9)$$

где коэффициент C для взбросо-сдвигов принимает значение равное -0,05. Соответственно T_{amax} = 0,56 с.

Еще одним важным параметром акселерограммы является ширина спектра реакции S, определяющая частотный состав сейсмических колебаний. Она находилась по формуле:

$$S = 0,6 + C_{s1} + C_{s2} \pm 0,20,$$

где коэффициент CS1 взбросо-сдвигов равен -0,05, а CS2 для грунтов II категории равен 0, соответственно получаем S = 0,55.

Основной параметр семейства огибающих сейсмических колебаний - ширина импульса d определялась согласно выражения:

$$\lg d = 0,15 M + 0,5 \lg R - 1,3 + C_{d1} + C_{d2} \pm 0,30 \quad (10)$$

где C_{d1} - константа, равная -0,12 для взбросо-сдвигов, а C_{d2} - константа, равная 0 для грунтов II категории. Получаемое значение параметра d равно 6,03 с.

Параметр d входит в широко используемое выражение для огибающей акселерограммы:

$$a(t) = a_{max} \frac{3td}{9t^2 - 9td + 4d^2},$$

полученное на основе обработки акселерограмм землетрясений (в основном Запада США), где t - текущее время.

Таким образом, на основании характеристик модального землетрясения были вычислены все параметры, определяющие вид акселерограммы в нижнем слое известного инженерно-геологического разреза.

3. Получение исходной акселерограммы для расчета характеристик сейсмических воздействий

На основании рассчитанных значений параметров, определяющих сейсмические воздействия, была синтезирована акселерограмма наиболее вероятного землетрясения на нижнем слое известного инженерно-геологического разреза.

Ив. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

						5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист 22
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Синтезированная акселерограмма были получена на основе записей из банка данных о сильных движениях PEER-NGA.

Первоначально отбирались землетрясения, имеющие схожие с модальным землетрясением значения магнитуды. Важным также было, чтобы у выбранной записи ширина спектра реакции S значимо не отличалась от значения, вычисленного для модального землетрясения, а также чтобы преобладающий период колебаний был близок к рассчитанному значению T_{max} . Данным требованиям отвечает акселерограмма землетрясения Tokachi-oki с магнитудой $M = 8,0$, произошедшего 25.09.2003 на глубине 33 км и имевшего координаты (41,85° с.ш., 143,77° в.д.). Запись была зарегистрирована на сейсмостанции ТКСН07 на расстоянии 114 км от гипоцентра. Соответствующая горизонтальная компонента акселерограммы показана на рисунке 3.1. Данная акселерограмма имеет ширину спектра реакции $S = 0,74$ и период колебаний в районе максимальных амплитуд $T_{max} = 0,29$ с, что удовлетворительно соответствует расчетным значениям этих параметров для модального землетрясения

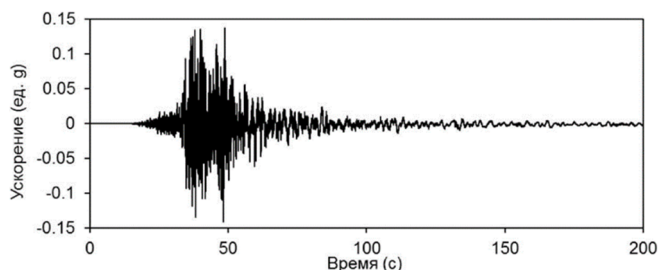


Рисунок 3.1 - Горизонтальная компонента акселерограммы землетрясения Tokachi-oki; ускорение указано в единицах ускорения свободного падения g

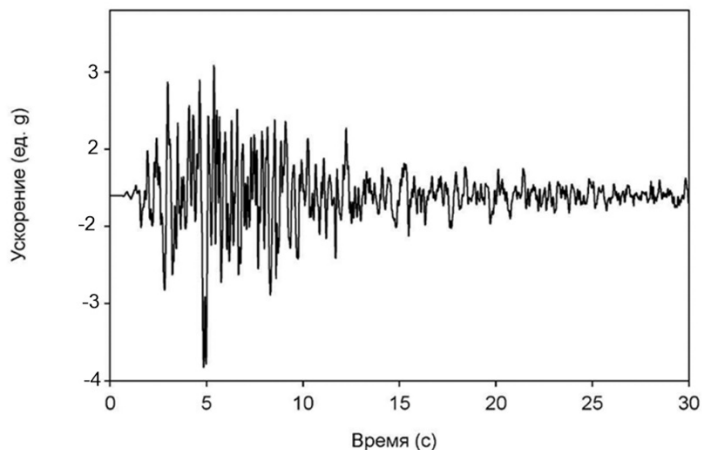


Рисунок 3.2 - Синтезированная акселерограмма для нижней отметки толщи инженерно-геологического разреза; ускорение указано в единицах ускорения свободного падения g.

Корректировка огибающей акселерограммы проводилась путем ее растяжения по горизонтальной оси с целью корректировки периода колебаний, умножения текущих амплитуд на множители, пропорциональные отношению уровня желаемой огибающей к уровню исходной

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

огибающей. После этого проводилась нормализация амплитуд к ожидаемому максимальному уровню a_{max} . Полученная акселерограмма представлена на рисунке 3.2.

Она использовалась для дальнейших расчетов колебаний грунта на площадке.

Методика расчета характеристик прогнозируемых сейсмических воздействий

Определение количественных характеристик сейсмических воздействий проводилось на основе расчета акселерограмм сильных землетрясений (модальных) с нахождением реакции грунтовой толщи. Акселерограммы рассчитывались с применением программы NERA (разработка Калифорнийского университета) на основе ранее полученной исходной акселерограммы, соответствующей модальному землетрясению. Перед расчетом реакции грунтовой толщи площадки была проведена корректировка синтезированной акселерограммы модального землетрясения, чтобы обеспечить равенство амплитуды акселерограммы, полученной для эталонного грунта, рассчитанному значению a_{max} .

Полученные акселерограммы на дневной поверхности площадки определялись свойствами налегающей толщи и параметрами колебаний от модального землетрясения. На основании проведенных расчетов для площадки (в данном случае один тип грунтовой толщи), выделенных на площадке, были получены акселерограммы для верхней границы грунта, соответствующие им Фурье-спектры, спектры ответа и графики коэффициентов динамичности.

Результаты расчета характеристик сейсмических воздействий для первой зоны площадки (первый тип грунтовой толщи)

Рассчитанная акселерограмма для верхней границы грунта, соответствующий ей Фурье-спектр, спектр ответа и график коэффициентов динамичности приведены на рисунках 3.3-3.4.

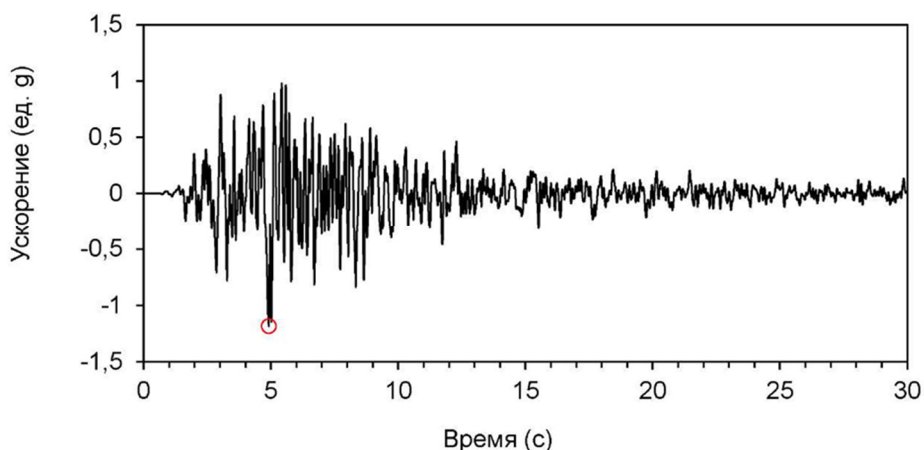


Рисунок 3.3 - Рассчитанная акселерограмма для верхней границы грунта; ускорение указано в единицах ускорения свободного падения g

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

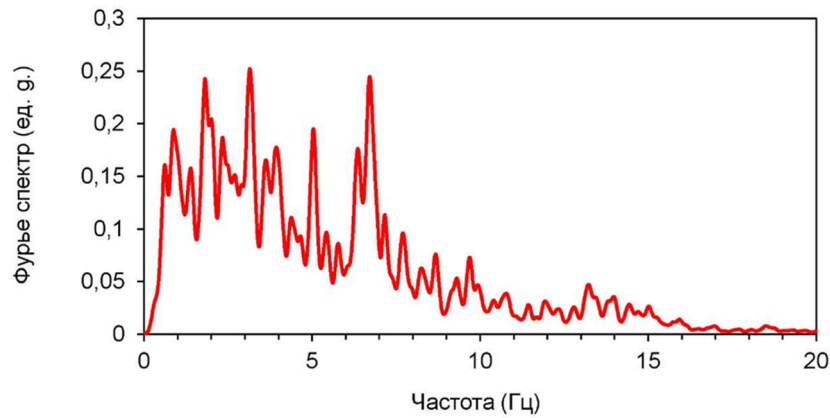


Рисунок 3.4 - Фурье спектр акселерограммы для верхней границы грунта

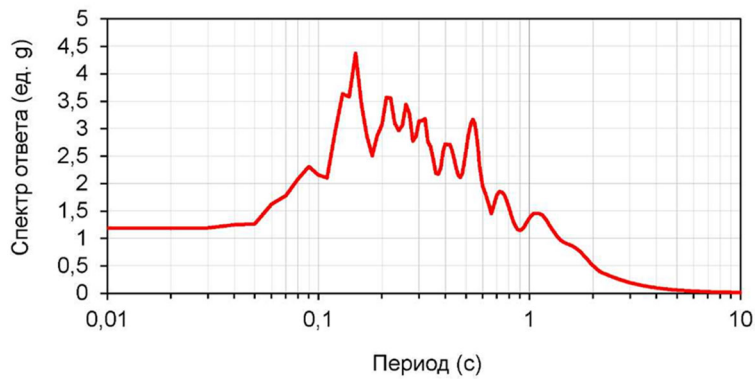


Рисунок 3.5 - Спектр ответа акселерограммы для верхней границы грунта в единицах ускорения свободного падения g

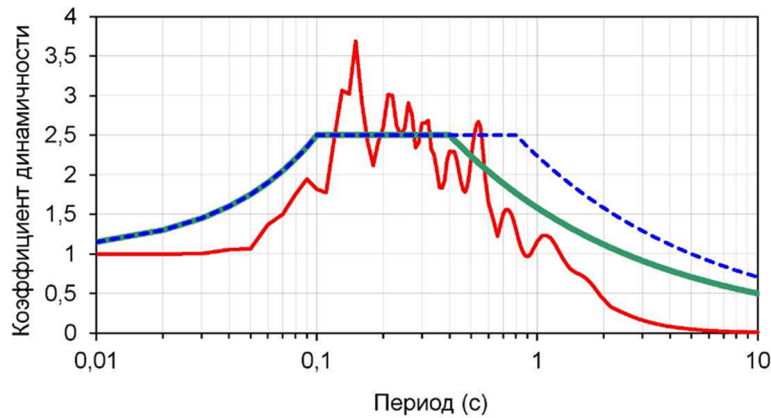


Рисунок 3.6 - Спектр коэффициентов динамичности акселерограммы для верхней границы грунта; зеленая кривая соответствует нормативному спектру коэффициентов динамичности для грунтов I и II категории по СНиП II-7-81*, а синяя - для грунтов III категории

Пиковые значения коэффициента динамичности отмечаются в диапазоне периодов 0,11-0,25 с, где они значительно превышают нормативные значения, указанные в СНиП II-7-81*. В указанном диапазоне периодов возможно возникновение резонансных явлений при колебаниях сооружений.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

Результаты расчета характеристик сейсмических воздействий для второй зоны площадки (второй тип грунтовой толщи)

Рассчитанная акселерограмма для верхней границы грунта, соответствующий ей Фурье-спектр, спектр ответа и график коэффициентов динамичности приведены на рисунках 3.7-3.10.

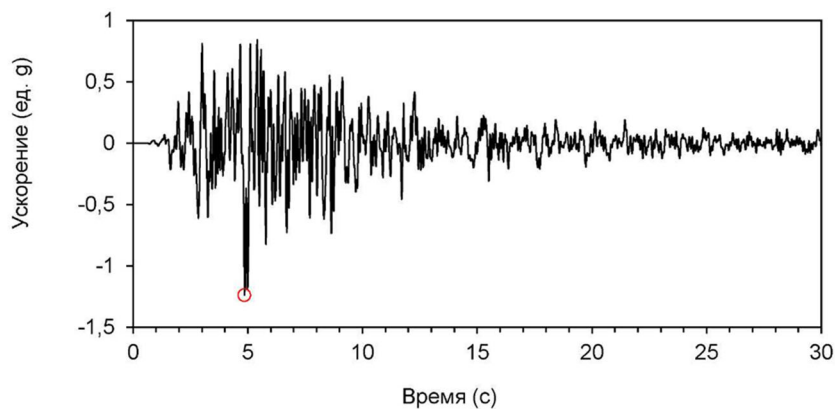


Рисунок 3.7 - Рассчитанная акселерограмма для верхней границы грунта; ускорение указано в единицах ускорения свободного падения g.

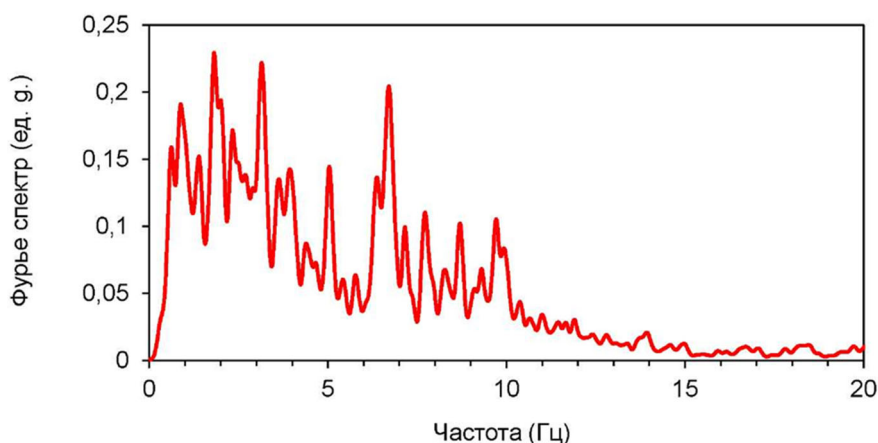


Рисунок 3.8 - Фурье спектр акселерограммы для верхней границы грунта

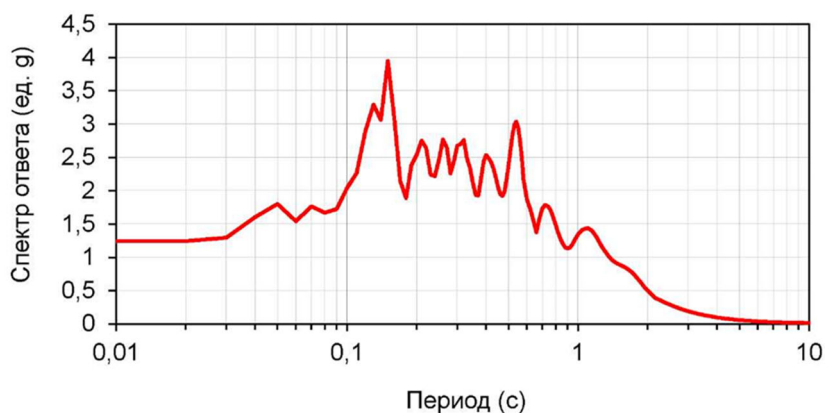


Рисунок 3.9 - Спектр ответа акселерограммы для верхней границы грунта в единицах ускорения свободного падения g

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

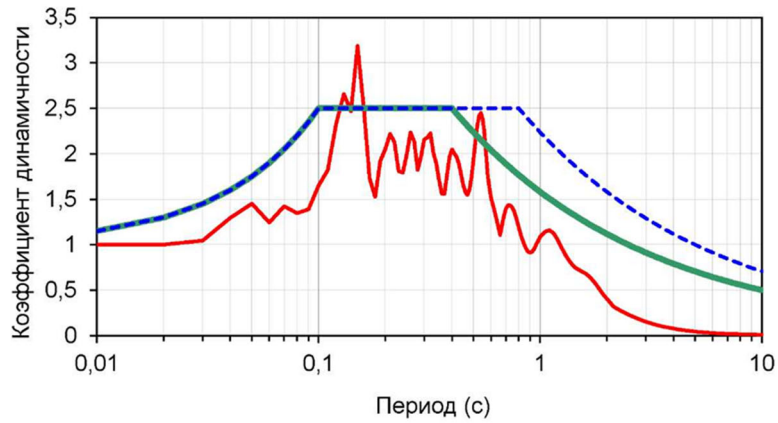


Рисунок 3.10 - Спектр коэффициентов динамичности акселерограммы для верхней границы грунта; зеленая кривая соответствует нормативному спектру коэффициентов динамичности для грунтов I и II категории по СНиП II-7-81*, а синяя - для грунтов III категории

Пиковые значения коэффициента динамичности отмечаются в диапазоне периодов 0,13-0,15 с, где они значительно превышают нормативные значения, указанные в СНиП II-7-81*. В указанном диапазоне периодов возможно возникновение резонансных явлений при колебаниях сооружений

Результаты расчета характеристик сейсмических воздействий для третьей зоны площадки (третий тип грунтовой толщи)

Рассчитанная акселерограмма для верхней границы грунта, соответствующий ей Фурье-спектр, спектр ответа и график коэффициентов динамичности приведены на рисунках 3.11-3.14

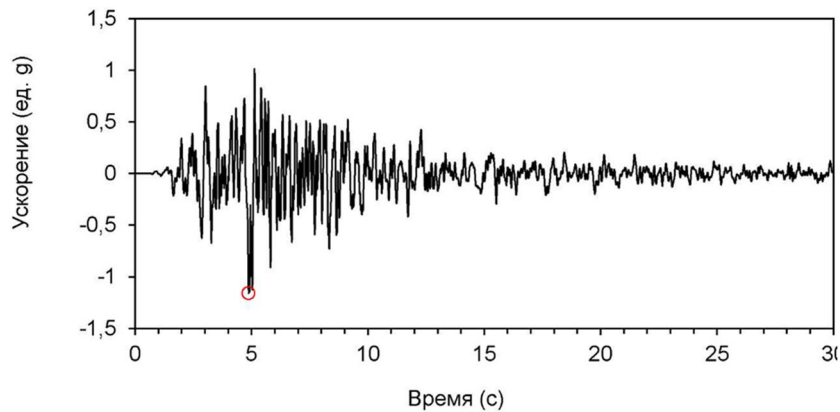


Рисунок 3.11 – Рассчитанная акселерограмма для верхней границы грунта; ускорение указано в единицах ускорения свободного падения g

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

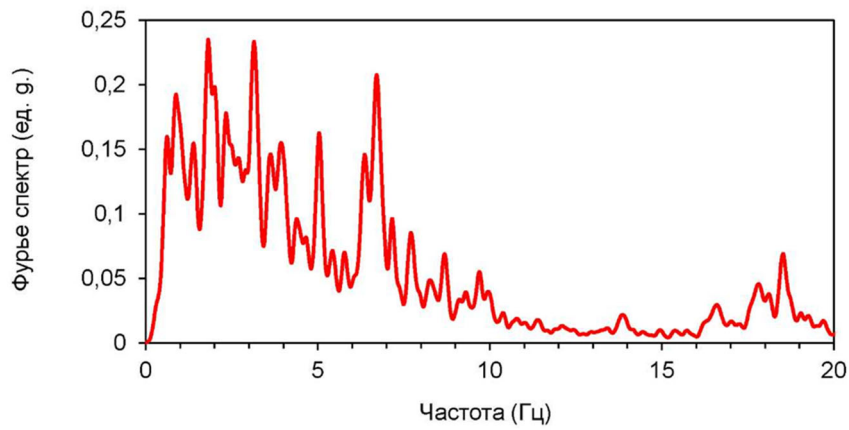


Рисунок 3.12 - Фурье спектр акселерограммы для верхней границы грунта

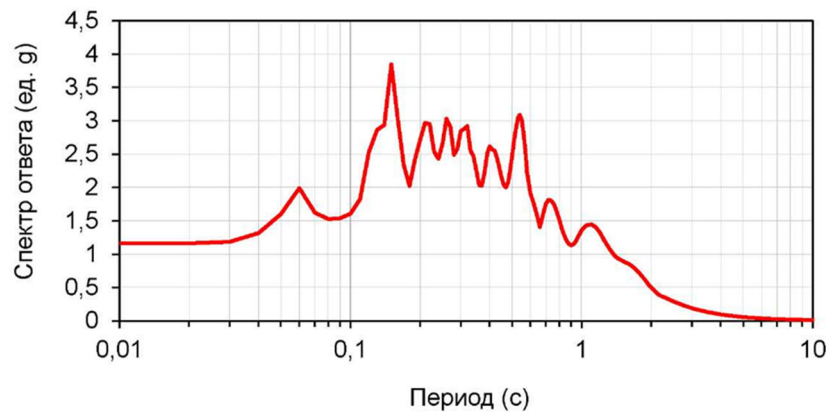


Рисунок 3.13 - Спектр ответа акселерограммы для верхней границы грунта в единицах ускорения свободного падения g

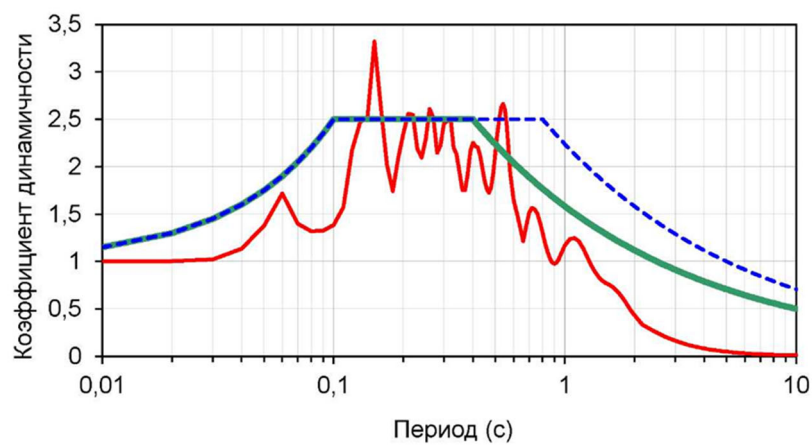


Рисунок 3.14 - Спектр коэффициентов динамичности акселерограммы для верхней границы грунта; зеленая кривая соответствует нормативному спектру коэффициентов динамичности для грунтов I и II категории по СНиП II-7-81*, а синяя - для грунтов III категории.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Пиковые значения коэффициента динамичности отмечаются в диапазоне периодов 0,13-0,15 с, где они значительно превышают нормативные значения, указанные в СНиП II-7-81*. В указанном диапазоне периодов возможно возникновение резонансных явлений при колебаниях сооружений.

Прогноз изменений сейсмичности площадки с учетом изменений инженерно-геологических условий в период строительства и эксплуатации объекта

Поскольку по результатам проведенных инженерно-геологических изысканий значительного изменения (повышения или понижения) уровня грунтовых вод в результате работ на площадке не ожидается, а также не ожидается других изменений, способных привести к существенным изменениям сейсмических свойств грунтов, то можно прогнозировать сохранение сейсмичности площадки в период эксплуатации объекта.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
							29

3 СВЕДЕНИЯ О КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА И ПРИЕМКЕ РАБОТ

Внутренний контроль

При производстве инженерных изысканий применялась комплексная система управления качеством на всех этапах производства работ. В ООО «Автодорпроект» принята система контроля качества за производством всех видов инженерных изысканий, включающая «Руководство по качеству», которое соответствует ГОСТ Р ISO 9001-2015 (ISO 9001:2015), разработанное и введенное в действие 26.03.2019 г., а также «Положение о системе контроля качества по инженерным изысканиям».

При контроле качества изысканий руководителем полевых работ производится проверка готовности аппаратуры, приборов и оборудования к выполнению полевых работ, соблюдения принятой в программе работ технологии и утвержденных объемов полевых работ.

Внутренний контроль полноты, качества и достоверности материалов изысканий, соответствия видов и объемов выполняемых работ требованиям программы и технического задания осуществлялась систематически на протяжении всего периода, с охватом всего процесса полевых и камеральных работ. Технический контроль включал следующие виды:

- окончательный контроль полевых работ – осуществляется главным специалистом отдела с участием руководителя полевого подразделения по окончании работ с составлением акта сдачи полевых материалов в камеральную группу;

- контроль проведения камеральных работ – осуществляется руководителем камеральной группы и главным специалистом отдела.

Операционный контроль полевых работ производился каждым непосредственным исполнителем работ. По полноте охвата операционный контроль исполнителями работ является сплошным и заключается в проведении контрольных полевых измерений.

Погрешность частных измерений вычислялась по формуле

$$\delta = 2\Delta / (R_1 + R_2) \times 100\%, \text{ где } \Delta = R_1 - R_2, \text{ а } R_1 - \text{ рядовое измерение, } R_2 - \text{ контрольное.}$$

Общее число контрольных наблюдений **36 ф.н.** Средняя погрешность измерений, $\delta_{ср} = 4.24\%$.

При выборочном контроле проверялось соблюдение технологической дисциплины, в том числе требований нормативных документов, а также правил и технических инструкций эксплуатации оборудования и приборов, соблюдение нормативных сроков выполнения работ. При обнаружении в процессе выборочного контроля нарушений методики и технологии выполнения работ или ошибок в первичной документации руководитель полевого подразделения или другой специалист по его указанию принимал решение о проведении дополнительных или повторных работ, а при необходимости проводит квалифицированный технический инструктаж исполнителей.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
							30

После устранения замечаний исполнители вносили исправления в полевую документацию, оформленные ведомости и полевые журналы, которые повторно сдавались руководителю полевого подразделения.

Окончательный контроль полевых работ на этапе их завершения осуществлялся комиссией, состоящей из руководителя отдела инженерных изысканий, главного специалиста, руководителя камеральной группы, руководителя полевого подразделения. При этом производился сплошной контроль полевых материалов по всем видам выполненных работ, проверяли их полноту и качество, оценивали их достаточность для камеральной обработки и выпуска отчета. При обнаружении ошибок или неполного объема работ «принимающий» фиксировал это в акте сдачи полевых материалов в камеральную группу. Если замечания устранены, в акте проверяющим делалась пометка об их устранении с указанием даты повторной приемки.

Контроль результатов лабораторных работ, проводился по частям по мере завершения работ на отдельных участках. Результаты контроля оформлялись актом, который хранится совместно с первичной документацией.

Контроль проведения камеральных работ – проводился в течение всего периода камеральных работ на предмет соответствия выдаваемых материалов нормативным документам и требованиям Заказчика. Руководителем (редактором) камеральной группы производился контроль качества и правильность производства камеральных работ, путем установления соответствию требованиям НТД.

Внешний контроль

Выполнялся представителем Заказчика. По окончании полевых работ результаты в обязательном порядке передавались представителю Заказчика с составлением акта сдачи полевых материалов. Результатом полевого контроля качества является Акт сдачи-приемки, предоставляемый в составе технического отчета.

Технический контроль полевых и камеральных работ, включая приемку полевых материалов, являлся оценкой достоверности инженерных изысканий. Технический отчет по техническому (строительному) контролю должен содержать следующие документы: акты полевого контроля; акты приемки полевых и лабораторных материалов; фотоматериалы подтверждения выполненных работ.

Достоверность и качество инженерных изысканий определялось в соответствии с внутренней системой контроля качества исполнителя (внутренний контроль), а также техническим заказчиком.

По окончании полевых работ результаты в обязательном порядке передавались представителю Заказчика с составлением акта сдачи полевых материалов.

Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.							
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	
5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ								Лист	
								31	

Оценку соответствия результатов инженерных изысканий требованиям технических регламентов и их достаточность определяется экспертизой технических отчетов в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
							32

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В административном отношении район работ расположен в Иркутской области, в северо-западной части города Усолье-Сибирское.

Уточненная исходная сейсмичность (УИС) исследованного участка по карте А-ОСР-2015 составляет **7,31** баллов с 10% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 500 лет.

Уточненная исходная сейсмичность (УИС) исследованного участка по карте В-ОСР-2015 составляет **7,74** баллов с 5% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 1000 лет.

Уточненная исходная сейсмичность (УИС) исследованного участка по карте С-ОСР-2015 составляет **8,73** баллов с 1% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 5000 лет.

Уточненная расчетная сейсмичность участка исследования по карте А-ОСР-2015 составляет **6,72-7,56** баллов (Чертеж 2, Таблица 2.2)

Уточненная расчетная сейсмичность участка исследования по карте В-ОСР-2015 составляет **7,15-7,99** баллов (Чертеж 3, Таблица 2.2) с 5% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 1000 лет.

Уточненная расчетная сейсмичность участка исследования по карте С-ОСР-2015 составляет **8,14-8,98** баллов (Чертеж 4, Таблица 2.2) с 1% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 5000 лет.

Расчетная сейсмичность площади строительства по шкале МСК 64 с учетом уровня ответственности сооружений составляет **7,0 и 7,56** или СЕМЬ и ВОСЕМЬ целых баллов с 10% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 500 лет (Карта А-ОСР-2015) (Чертеж 5).

Расчетная сейсмичность площади строительства по шкале МСК 64 с учетом уровня ответственности сооружений составляет **7,99** или ВОСЕМЬ целых баллов с 5% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 1000 лет (Карта В-ОСР-2015) (Чертеж 6)

Расчетная сейсмичность площади строительства по шкале МСК 64 с учетом уровня ответственности сооружений составляет **8,98** или ДЕВЯТЬ целых баллов с 1% вероятностью превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, что соответствует повторяемости один раз в 5000 лет (Карта С-ОСР-2015) (Чертеж 7)

Пиковые значения коэффициента динамичности отмечаются в диапазоне периодов 0,13-0,15 с, где они значительно превышают нормативные значения, указанные в СНиП II-7-81*. В

Взам. инв. №							Лист
Подпись и дата							33
Инв. № подл.						5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

указанном диапазоне периодов возможно возникновение резонансных явлений при колебаниях сооружений.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
										34
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

5 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
2. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства». Часть I-IV.
3. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах».
4. СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий».
5. СНиП 22-02-2003 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.
6. СП 22.13330.2011 (СНиП 2.02.01-83*) «Основания зданий и сооружений».
7. СП 25.13330.2012 г. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах.
8. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства.
9. «Инженерная геология СССР. Восточная Сибирь. Том 3». МГУ 1977г.
10. ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация».
11. ГОСТ20522-2012 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний».
12. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии».
13. ГОСТ 5180-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических свойств грунтов».
14. ГОСТ 12248-2012 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости».
15. ГЭСН-2001Сб. 1(табл.1-1), Сб. 3 (табл. 1).
16. ГОСТ 12071-2014 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов»
17. ГОСТ 21.302-2013 «Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям».
18. ГОСТ 12536-2014 «Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава».
19. ГОСТ Р 58889-2020 «Инженерные изыскания».
20. СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Министерство Регионального развития РФ, М., 2012 г.
21. Коваль П.В., Гребенщикова В.И. Технический отчет по Государственному контракту №05-50-235/6 от «18» мая 2006 г. на оказание услуг по организации мониторинга ртутного загрязнения промплощадки ООО «Усольехимпром» и Братского водохранилища. Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (ИГХ СО РАН).
22. А. Н. Смирнов, Е. И. Скребнев, В. Д. Дергачев. Гидрогеологические условия территории подверженной ртутному загрязнению в районе промплощадки ООО «Усольехимпром» в г. Усолье-Сибирское. Федеральное государственное унитарное научно-производственное

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
										35
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

геологическое предприятие (ФГУНПП) «Иркутскгеофизика». Ангарская геологическая экспедиция. Иркутск, 2008.

23. ФГУНПП Иркутскгеофизика «Ангарская геологическая экспедиция», «Отчет по инженерно-геологическим изысканиям «Демеркуризации находящегося в федеральной собственности цеха ртутного электролиза в г. Усолье-Сибирское Иркутской области», шифр отчета 74-2009-Р-ИИГ. Иркутск 2009 год.

24. Геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Серия Восточно-Саянская N-48-XXVI. Объяснительная записка.

25. Аптикаев Ф.Ф. Учет длительности колебаний при инструментальной оценке сейсмической интенсивности. // Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. – М.: Наука, 1975. С. 234 – 239.

26. Аптикаев Ф.Ф., Роджан К., Фролова Н.И. Форма огибающей амплитуд ускорений на записях сильных движений. // Сб. Советско-Американских работ по прогнозу землетрясений. Т. 2. Кн. 2. – Душанбе: Дониш, 1979. – С. 139-147.

27. Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О. Генерирование искусственных акселерограмм методом масштабирования реальных записей. // Физика Земли, № 7, 2002. – С 39-45.

28. Гусев А.А., Шумилина Л.С. Моделирование связи балл-магнитуда-расстояние на основе представления о некогерентном протяженном очаге. // Вулканология и сейсмология, № 4-5, 1999. – С. 29-40.

29. Жалковский Н.Д., Кучай О.А., Мучная В.И. Сейсмичность и некоторые характеристики напряженного состояния земной коры Алтае-Саянской области. // Геология и геофизика. – 1995. – Т. 36. – № 10. – С. 20-30.

30. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации, ОСР-2015. Масштаб 1:8 000000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах / гл. ред. В.Н. Страхов, В.И. Уломов. М., ОИФЗ, 1999. 57 с.

31. Оценка влияния грунтовых условий на сейсмическую опасность. //Методическое руководство по сейсмическому микрорайонированию М.: Наука, 1988. 300 с.

32. РСН 60-86. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. Госстрой РСФСР. – М.: МосЦТИСИЗ Госстроя РСФСР, 1986. – 32 с.

33. РСН 65-87. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования по производству работ. Госстрой РСФСР. – М.: МосЦТИСИЗ Госстроя РСФСР, 1987. – 26 с.

34. Сейсмическая сотрясаемость территории СССР; отв.ред. Ю.В. Ризниченко. – М.:

Ивл. № подл.							5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
								36
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Наука, 1979. – 192 с.

35. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. Госстрой России. – М: ГУП ЦПП, 2007. – 44 с.

36. Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-97). Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах / гл. ред. В.Н. Страхов и В.И. Уломов – 1 : 8 000 000. – М.: ОИФЗ: Роскартография, 1999. – 57 с.

37. Шебалин Н.В. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании. // Сейсмическое районирование территории СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 95-111.

38. Штейнберг В.В., Сакс М.В., Аптикаев Ф.Ф., Алказ В.Г. и др. Методы оценки сейсмических воздействий. // Вопросы инженерной сейсмологии, 34. – М.: Наука, 1993. – С. 5-93.

39. Уломов В.И. О программно-математическом обеспечении построения карт вероятностного сейсмического районирования по методологии ОСР-2015 // Геофизические исследования, Вып. 7, 2007. – С. 29-52.

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ	Лист
							37

Приложение А

Акт сдачи-приемки полевых работ

АКТ №1

сдачи-приёмки полевых работ по инженерно-геодезическим, инженерно-геофизическим и инженерно-гидрометеорологическим изысканиям и обследованию зданий и сооружений по объекту:

«Выполнение работ по проектированию ликвидации накопленного вреда окружающей среде на территории городского округа г. Усолье-Сибирское Иркутской области»

_____ г. Усолье-Сибирское

« » мая 2021 г.

Комиссия в составе:

Заказчик: ФГУП «ФЭО»

Исполнитель инженерных изысканий: ООО «Автодорпроект»

произвела сдачу-приемку полевых работ.

Результаты приемки

По результатам камеральной проверки, выполненной в мае 2021 г. и анализа представленных полевых материалов по выполненным инженерно-геодезическим, инженерно-геофизическим и инженерно-гидрометеорологическим изысканиям подтверждено выполнение следующих видов работ на объекте:

Объемы инженерно-геодезических изысканий и обследования		
1	Обследование пунктов полигонометрии (ПВО), шт	10
2	Топографическая съемка м-ба 1:500 с сечением рельефа 0,5 м., застроенная территория, га.	300,9
3	Топографическая съемка м-ба 1:1000 с сечением рельефа 0,5 м., незастроенная территория, га.	1324,3
4	Вынос в натуру и последующее координирование геологических, гидрогеологических и экологических скважин, шт.	567
5	Здания и сооружения, шт.	363
Объемы инженерно-геофизических изысканий		
6	Вертикальное электрическое зондирование, АВ/2 до 45 м, физ. набл.	1230
7	Сейсморазведка КМПВ, 2 типа волн, 4 ПВ на зондирование, зондов/физ. набл	90/720
Объемы инженерно-гидрометеорологических изысканий		
8	Рекогносцировочное обследование реки, км	1
9	Рекогносцировочное обследование бассейна по трассе, км	3
10	Установление высот УВВ, ВИГ, метка	1
11	Водомерный пост из 1 сваи, пост	1
12	Наблюдения на водомерном посту, при числе наблюдений в сутки – 2, дней	7
13	Определение мгновенных уклонов водной поверхности по урезным кольям, 1 определение на 1 км реки	9
14	Промеры глубин стариц, озер и т.п. (применимо к гидротехническим сооружениям и водоемам на территории изысканий)	21
15	Фотоработы	50

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

Перечень материалов предоставленных к сдаче полевых работ:

Инженерно-геодезические изыскания:

- 1) фотографии исходных пунктов;
- 2) фотографии объекта изысканий;
- 3) топографическая съемка м-б 1:500 в виде абриса в формате DWG;
- 4) топографическая съемка м-б 1:1000 в виде абриса в формате DWG;
- 5) каталог координат съемочных пикетов с точностными характеристиками;
- 6) схема ПВО;
- 7) схема границ топографической съемки в формате DWG

Инженерно-геофизические изыскания:

- 1) Полевые журналы в электронном формате
- 2) Фотографии закреплений точек и процесса работ
- 3) Карта фактического материала с нанесенными точками геофизических исследований

Инженерно- гидрометеорологические изыскания:

- 1) фото материалы;
- 2) схема обследования озера;

Обследование зданий и сооружений:

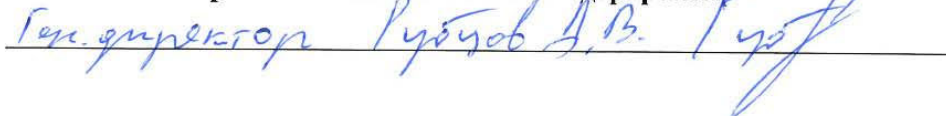
- 1) фото материалы;
- 2) видео материалы;
- 2) схема обследованных зданий и сооружений;

Решение комиссии: полевые работы по инженерным изысканиям принимаются.

Заказчик: ФГУП «ФЭО»


А. П. Малиуков

Исполнитель инженерных изысканий: ООО «Автодорпроект»


Ген. директор Рубцов А. В. Рубцов

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

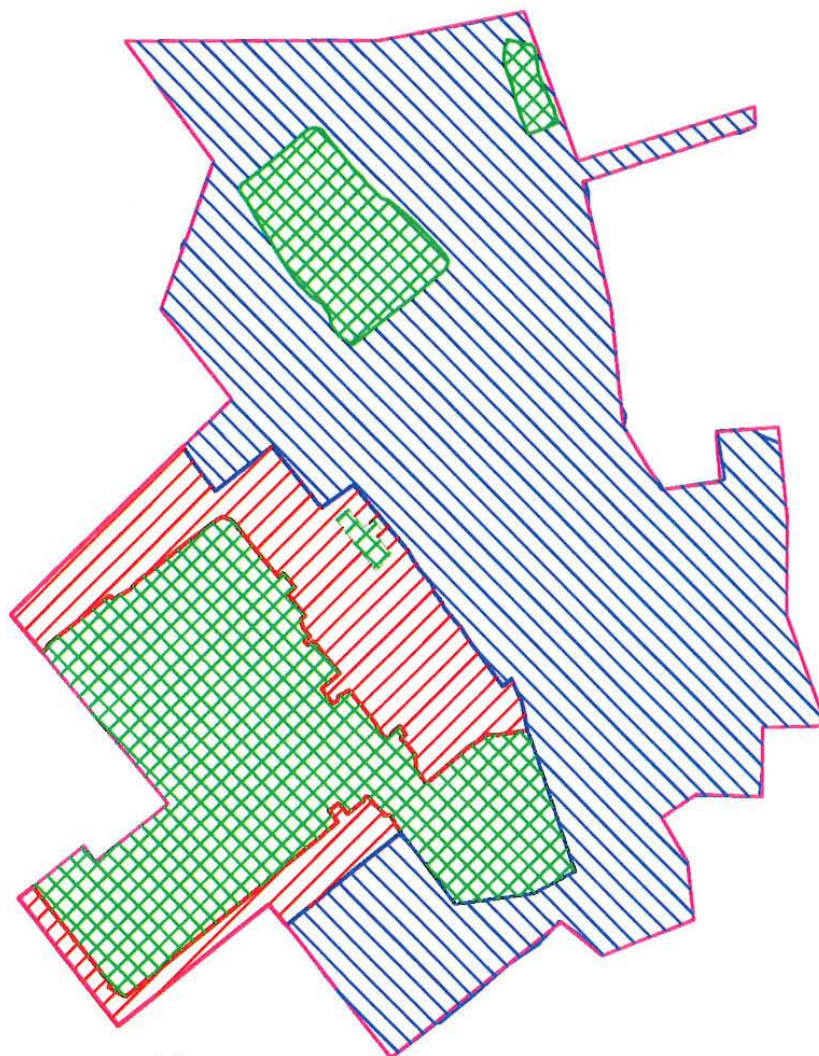
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ





Лист

39

Схема границ топографической съемки



Условные обозначения

-  - граница топографической съемки масштаба 1:500
-  - граница топографической съемки масштаба 1:1000
-  - граница топографической съемки выполненной ВС АГП
-  - итоговая граница топографической съемки 2210,5га

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ТАБЛИЦА РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Таблица регистрации изменений								
Изм,	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док,	Номер док,	Подп,	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

5/2020ЕИ-ИГИ4.1.ТЧ

Лист

41