

УДК 550.343.9

Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А.,
Камчыбеков Ы.П., Кынатов З.Р.
*Институт сейсмологии НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызстан*

ВЛИЯНИЕ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ НА УЧАСТКЕ ЛИНИИ ПРОХОЖДЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ ЧУЙСКОЙ ВПАДИНЫ КЫРГЫЗСТАНА

Аннотация. В работе приведены результаты инструментальных наблюдений на участке линии прохождения магистрального газопровода по территории Чуйской впадины в целях определения влияния грунтовых условий на сейсмические воздействия.

Ключевые слова: землетрясение, сейсмические колебания, грунтовые условия, амплитудно-частотный спектр.

КЫРГЫЗСТАНДЫН ЧҮЙ ОЙДУҢУНУН АЙМАГЫНЫН БАТЫШ БӨЛҮГҮНДӨ МАГИСТРАЛДЫК ГАЗ ТҮТҮГҮНҮН ӨТҮҮ СЫЗЫГЫ ТИЛКЕСИНДЕГИ СЕЙСМИКАЛЫК НАТЫЙЖАГА ТОПУРАК ШАРТТАРЫНЫН ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

Кыскача мазмуну. Аталган эмгекте Чүй ойдуңунун аймагы боюнча магистралдык газ түтүгүнүн сызыгынын тилкесиндеги инструменталдык байкоолордун жыйынтыгы топурак шарттарынын сейсмикалык таасир кылууларга тийгизген таасирин аныктоо максатында келтирилген.

Негизги сөздөр: жер титирөө, сейсмикалык олку-солкулуктар, топурак шарттары, амплитудалык-жыштык спектр.

INFLUENCE OF SOIL CONDITIONS TO THE SEISMIC EFFECT ON THE SECTION OF THE GAS PIPELINE PROPAGATION PATH IN THE WESTERN PART OF THE TERRITORY OF CHU DEPRESSION OF KYRGYZSTAN

Abstract. The results of instrumental observations at the section of the main gas pipeline propagation path along the territory of the Chu depression for determination of the influence of ground conditions on seismic vibrations are presented in the paper.

Keywords: earthquake, seismic vibrations, soil conditions, amplitude-frequency spectrum.

С точки зрения влияния грунтовых условий на сейсмический эффект необходимо знать характеристики изменения частот сейсмического движения коренной породы, так как вопрос влияния грунтовых условий тесно связан с проблемой частотных характеристик грунта.

При сейсмическом микрорайонировании территорий и площадок важных объектов строительства следует проводить инструментальные наблюдения с целью определения количественных характеристик сейсмических колебаний на отдельных типичных участках, выделенных предварительно на основании инженерно-геологических данных [1,7,9]. Сейсмическое микрорайонирование направлено на решение проблем оценки

ожидаемых разностей в амплитудах и частотах колебаний, так как именно эти данные более всего влияют на степень разрушения сооружений.

Территория исследования по карте сейсмического районирования территории Кыргызской Республики масштаба 1:100000 расположена в зоне с интенсивностью колебаний в 9 баллов [2]. За средние или эталонные грунты, исходя из геолого-структурных и геоморфологических особенностей, а также инженерно-геологических и гидрологических условий территории исследования, приняты галечниковые отложения. Эти грунты в полной мере соответствуют требованиям «Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию (РСМ-85)» и СНиПа П-7-81, СНиП КР 20-02:2009 [4,5,6]. Для принятых эталонных грунтов – галечниковых грунтов, уточнённая сейсмическая интенсивность данного подрайона равна 8 баллам [5,6].

Рельеф площадей развития грунтов на исследуемой территории (рисунок 1) - относительно спокойный, с незначительным уклоном с юга на север. Отрицательно влияющих на инженерно-геологические условия строительства зданий и сооружений, физико-геологических процессов и явлений, кроме просадочности лессовидных суглинков, здесь не наблюдается. Песчаные, супесчаные и суглинистые грунты, имеющие грунтовые воды на глубине от 1.2 до 4 м и крупнообломочные грунты, имеющие грунтовые воды от 3 до 6 м, относятся к III категории по сейсмическим свойствам (в зависимости от особенностей рельефа, условий залегания пластов, выветренности пород, близости плоскостей сброса и тому подобных факторов).

Дифференцированная сейсмическая интенсивность инженерно-геологических районов и участков территории определена согласно установленным и принятым нами эталонным грунтов.

Геологическое строение и гидрогеологические условия района исследования. В инженерно-геологическом отношении на участке предположительно с поверхности залегают верхнечетвертичные современные отложения пролювиально-аллювиального генеза (раQIII-IV), представленные на западе трассы преимущественно лессовидными глинистыми грунтами, в центральной части и на востоке – крупнообломочными грунтами, перекрытыми с поверхности маломощным чехлом покровных суглинков. Подземные воды в районе распространены на глубинах от 2-3 до 10 м и более, приурочены к верхнему, как правило, безнапорному водоносному горизонту, а в отдельных случаях - слабонапорному.

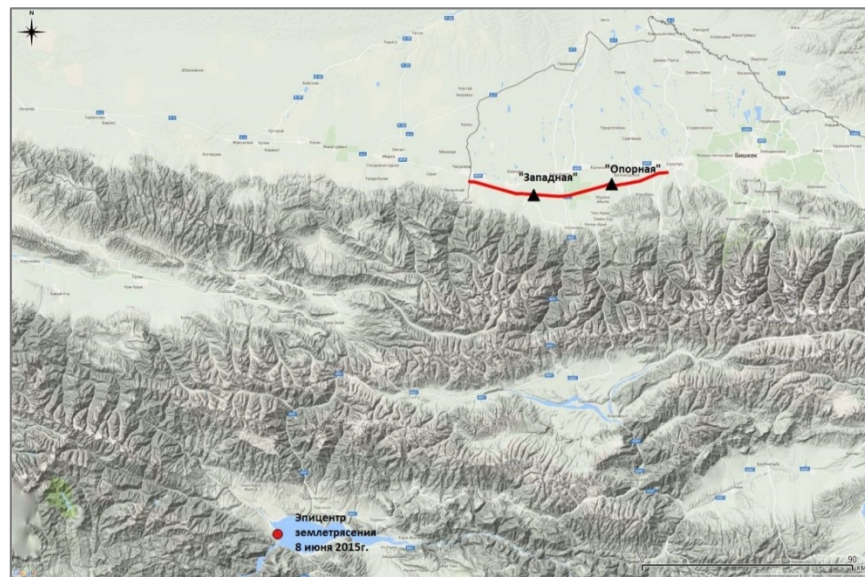


Рис.1. Карта-схема расположения сейсмических станций вдоль трассы газопровода на территории Чуйской впадины Кыргызстана. Красной линией показан магистральный газопровод; чёрными треугольниками – сейсмические станции; красным кружочком – эпицентр землетрясения 8 июня 2015 г.

Инструментальные сейсмологические наблюдения проводились на участках трассы газопровода по территории Чуйской впадины с помощью сейсмических станций, расположение которых показано на рисунке 1. Первый пункт наблюдения – опорная сейсмическая станция «Опорная», второй пункт — передвижная сейсмическая станция «Западная» размещалась вблизи магистральной линии на западной стороне линии магистральной. Запись сейсмического события получена на «Опорном» и «Западном» пунктах наблюдения за 8 июня 2015 г.

Наблюдения велись широкополосными сейсмологическими станциями фирмы REFTEK 130S-01. Запись колебаний на пунктах наблюдений проводилась при частоте оцифровки сигнала 200 Гц, что обеспечивало уверенное выявление колебаний грунтов с частотами до 16 Гц и надёжное измерение амплитуд микроколебаний с частотами до 10 Гц. В целях безопасности станции размещались в специально отведённых местах на ровной горизонтальной поверхности в углублениях. Ориентация сейсмоприёмников была следующей: горизонтальная компонента X была ориентирована вдоль направления восток-запад; горизонтальная компонента Y – вдоль направления север-юг, и вертикальная компонента Z – вверх.

Географическая привязка пунктов наблюдений произведена с помощью GPS-приёмника (долгота и широта в системе координат WGS-84). Время регистрации на сеймостанции синхронизировалось также по сигналам GPS-приёмника.

Методика расчёта приращений балльности следующая. Из отобранных для обработки записей сейсмических событий, полученных синхронно фиксированными и перемещаемыми пунктами, выбираются для дальнейших расчётов участки записи колебаний по трём составляющим, а запись всего события - до затухания амплитуд колебаний до уровня, несколько превышающего уровень фоновых колебаний. Затем вычисляются спектры Фурье вертикальных и горизонтальных компонент колебаний по последовательностям отрезков в зависимости от длительности колебаний.

08 июня 2015 года в 04 часа 50 минут 18.1 секунд по Гринвичу произошло землетрясение с силой в эпицентре 4-4.5 балла, $K=10.6$, магнитудой $M_{pv}=4.7$, глубиной $H=18$ км. Координаты эпицентра землетрясения: $\varphi = 41.80^\circ$, $\lambda = 72.77^\circ$. Очаг землетрясения располагался на территории Кыргызстана. Эпицентральные расстояния до станций: «Опорная» ≈ 207 км, «Западная» ≈ 182 км.

Приращения сейсмической интенсивности ΔI в каждом исследуемом пункте вычисляются относительно эталонного пункта по формуле, применяемой для расчёта ΔI по наблюдениям сейсмических колебаний при землетрясениях и взрывах [3]:

$$\Delta I(f) = 3.31 \lg(A_i/A_0),$$

где A_i – средняя амплитуда колебаний в пределах отрезка записи $A \geq 1/3A_{max}$, на исследуемом участке, а A_0 – средняя амплитуда колебаний на грунтах эталонного участка.

В соответствии с действующими нормативами и рекомендациями по сейсмическому микрорайонированию [3,4], приращения сейсмической интенсивности рассчитывались как для всего частотного диапазона 0.5 - 10 Гц, так и для диапазонов низкочастотных (0.5-2 Гц), среднечастотных (2-4 Гц) и высокочастотных (4-10 Гц) колебаний.

На рисунках 2-4 и 5-7 представлены соответственно записи и спектры скоростей землетрясения 8 июня 2015 г., зарегистрированного станциями «Опорная» и «Западная».

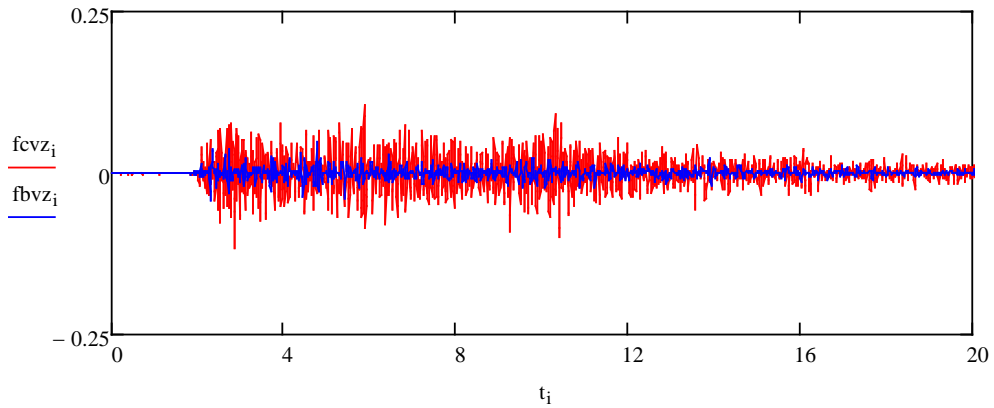


Рис. 2. Запись скорости землетрясения 8 июня 2015 г. для Z (вертикальной) составляющей. Условные обозначения: $fcvz_i$ - запись на «Западном» сеймопункте (красная линия); $fbvz_i$ - запись на Опорном пункте (синяя линия); t_i – секунды.

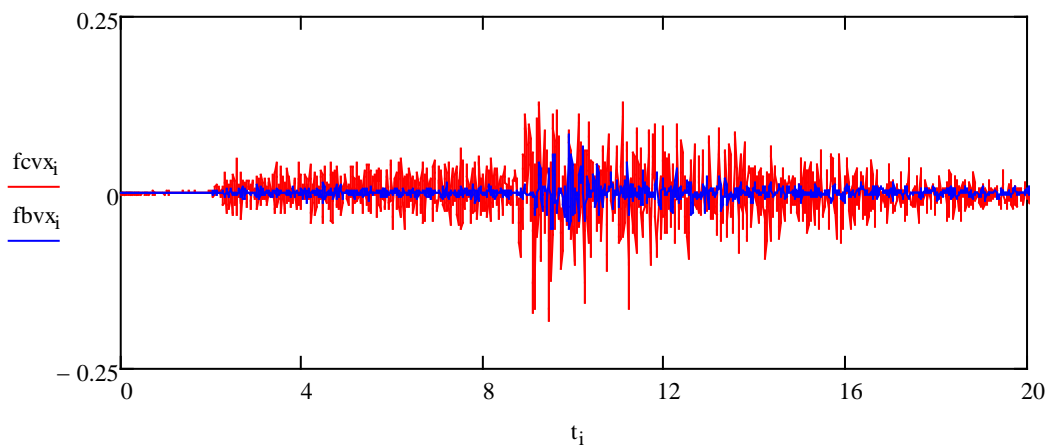


Рис. 3. Запись скорости землетрясения 8 июня 2015 г. для В-З (восток-запад) составляющей. Условные обозначения: $fcvx_i$ - запись на «Западном» сеймопункте (красная линия); $fbvx_i$ - запись на «Опорном пункте» (синяя линия); t_i – секунды.

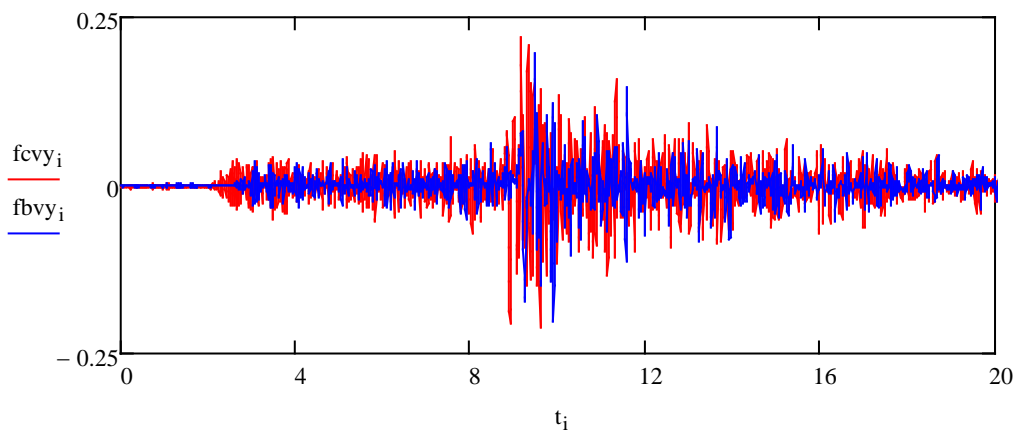


Рис. 4. Запись скорости землетрясения 8 июня 2015 г. для С-Ю (север-юг) составляющей. Условные обозначения: $fcvy_i$ - запись на «Западном» сеймопункте (красная линия); $fbvy_i$ - запись на «Опорном» пункте (синяя линия); t_i – секунды.

Рис. 5. Спектры скорости по составляющей Z (вертикальной). Условные обозначения: csvz_i - спектр на «Западном» сеймопункте (красная линия); bsvz_i - спектр на «Опорном» пункте (синяя линия); f_i - частота в Гц.

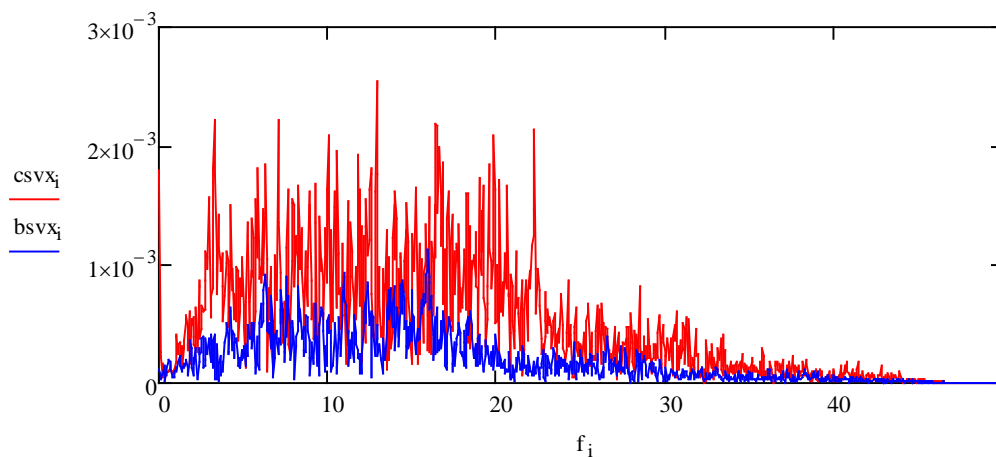
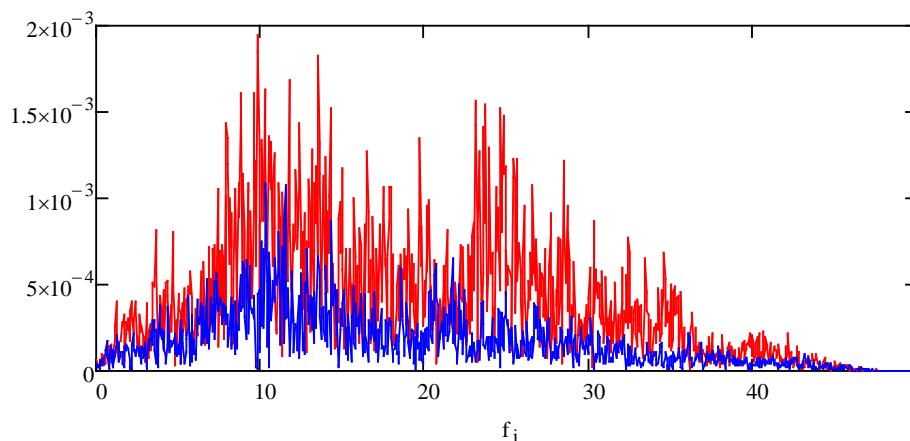


Рис. 6. Спектры скорости по составляющей В-З (восток-запад). Условные обозначения: csvx_i - спектр на «Западном» сеймопункте (красная линия); bsvx_i - спектр на «Опорном» пункте (синяя линия); f_i - частота в Гц.

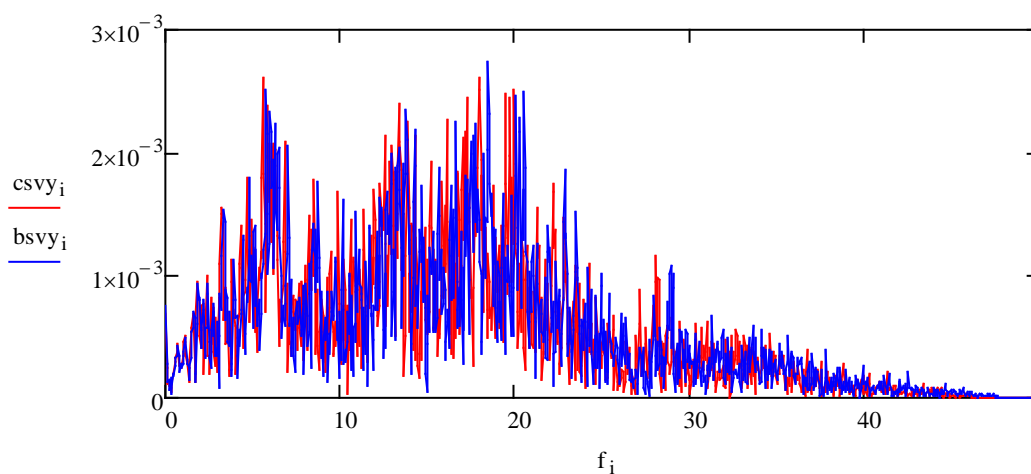


Рис. 7. Спектры скорости по составляющей С-Ю (север-юг). Условные обозначения: csvy_i - спектр на «Западном» сеймопункте (красная линия); bsvy_i - спектр на «Опорном» пункте (синяя линия); f_i - частота в Гц.

В таблице 1 приведены значения приращения сейсмической интенсивности, определённые для территории исследования – линии прохождения газопровода по Чуйской впадине.

Таблица 1. Значения приращения сейсмической интенсивности на «Западном» пункте наблюдения относительно «Опорной» сейсмической станции.

Составляющие	Приращение балльности	Среднее значение балльности
С-Ю	0.5	0.6
В-З	0.6	
Z	0.7	

По записям спектра скорости для сейсмопункта «Опорный» по вертикальной компоненте Z (рисунок 5) видно, что преобладающие частоты лежат в диапазоне частот $f=7.4-14$ Гц; по компоненте В-З (рисунок 6) – $f = 6.3-16.0$ Гц; по С-Ю составляющей (рисунок 7) – $f = 4.8-22.8$ Гц. Для пункта наблюдения «Западный» по вертикальной компоненте Z (рисунок 5) преобладающие частоты находятся в пределах $f = 7.4-17.9$ Гц; по компоненте В-З (рисунок 6) – $f = 3.3-22.3$ Гц; С-Ю составляющей (рисунок 7) – $f = 5.6-20.0$ Гц.

Выводы

Землетрясения с эпицентральным расстоянием 207 км, магнитудой $M_{pv}=4.7$, энергетическим классом $K=10.6$, глубиной $H=18$ км может оказать сейсмический эффект в зависимости от грунтовых условий.

Литература

1. Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А., Камчыбеков Ы. Сейсмомикрорайонирование отдельных участков Верхне-Нарынского каскада ГЭС.
2. Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики (объяснительная записка) / под ред. К.Е. Абдрахматова; НАН КР, Ин-т сейсмологии – Бишкек, 2013. -51с.
3. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. М.: Стройиздат. 1962.- 283с.
4. Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию при инженерных изысканиях для строительства. РСМ-85 - Москва, 1985. -73с.
5. СНиП II-81* Строительство в сейсмических районах/ Госстрой СССР. - М.: АПП ЦИТП, 1991.– 50с.
6. СНиП КР 20-02:2009. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Бишкек, 2009.-103с.
7. Турдукулов А.Т., Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А., Камчыбеков Ы.П. Теоретические основы сейсмического микрорайонирования на примере проведённых работ в Кыргызстане. // Вестник института сейсмологии НАН КР, выпуск № и2, 2013. с. 106-112 (www.seismo.kg).
8. Турдукулов А.Т., Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А., Камчыбеков Ы.П. Результаты исследований лаборатории инженерной сейсмологии и сейсмического микрорайонирования. // Вестник Института сейсмологии НАН КР.- 2014. - № 4.- С. 87-95 (www.seismo.kg).
9. Sokolov V.V. Chernov Y.K. On the correlation of seismic intensity with Fourier amplitude spectra. Earthquake Spectra, 1998; #14; pp. 679-94.

Рецензент: д. ф.-м. н. Погребной В.Н.