

УДК 624.042.7

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ РЕГИОНАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

А. Ю. Курдюк, А. С. Вереина, Д. П. Дисяев

Астраханский инженерно-строительный институт

В статье рассмотрены факторы, влияющие на силу и характер сейсмических воздействий и геодинамических процессов различных видов и масштабов в литосфере. Приводятся причины и условия влияния техногенных процессов, которые увеличивают геодинамический риск. Подобные условия сложились на территории Нижнего Поволжья и Северного Каспия. Пестрая картина литологического состава и слабые водонасыщенные грунты оснований способны изменять интенсивность и спектральный состав сейсмического воздействия. Современные инструментальные методы сейсмического микрорайонирования рассматривают изменение сейсмичности на значительных площадях. Однако обследования последствий разрушительных землетрясений, а также работы некоторых исследователей убедительно указывают на влияние грунтов небольших по площади территорий на интенсивность и спектральный состав сейсмических колебаний. Представлен перечень вопросов, решение которых повысит степень сейсмической безопасности.

Ключевые слова: сейсмичность, основания, сейсмическое микрорайонирование.

SOME ASPECTS OF SEISMIC DANGER EVALUATION AT OIL AND GAS FIELDS OF LOWER VOLGA AND NORTHERN CASPIAN SEA

A. Ju. Kurduk, A. S. Vereina, D. P. Disiaev

Astrakhan Institute of Civil Engineering

This article examines the factors affecting strength and nature of seismic impacts and geodynamic processes of different types and scales in lithosphere. It provides causes and conditions with which technological processes increase geodynamic risk. Such conditions were formed in the territory of Lower Volga and Northern Caspian. A highly mottled lithological composition and weak saturated soils can change the intensity and spectral composition of the seismic impact. Modern instrumental methods of seismic micro-zoning examine the change in seismic qualities in large areas. However, examination of the consequences of devastating earthquakes, as well as works of several researchers clearly point out the influence of soils in the areas of small scale on the intensity and spectral composition of the seismic vibrations. Possibility of using a ground-penetrating radar (GPR) method as a solution for seismic micro-zoning problems is considered. Article provides a list of issues, solution of which would increase the level of seismic safety.

Keywords: seismicity, foundations, seismic micro-zoning.

Большую озабоченность ученых и специалистов вызывают факторы риска в районах добычи углеводородного сырья – аномальные и катастрофические природные и техногенные геодинамические явления с негативными социально-экономическими и экологическими последствиями.

Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» приняты приоритетные направления развития науки и критические технологии. В этом документе обозначены приоритетные направления развития науки, технологий и техники в нашей стране. В данный перечень за номером 21 включены «Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Указанные направления и перечень реализуются в рамках федеральных и ведомственных целевых и других программ, проектов по развитию высокотехнологичных секторов экономики. Они финансируются за счет средств федерального бюджета и внебюджетных источников.

Особую актуальность приобретает реализация указанной критической технологии в Нижнем Поволжье и на Северном Каспии. В данном регионе открыто, готовится к эксплуатации

и эксплуатируется большое количество месторождений углеводородного сырья, в том числе на территории Харабалинского района Астраханской области. Следует отметить, что участки расположения углеводородного сырья, например границы Тамбовского участка, вплотную соприкасаются с территорией полигона «Ашулук». Подобное соседство требует детальной проработки вопросов сейсмического микрорайонирования не только на данной территории, но и по всему региону Нижнего Поволжья и Северного Каспия, имеющего сложные инженерно-геологические условия. В этих районах особую актуальность обретают вопросы сейсмического микрорайонирования [1]. Нормативная литература по данному вопросу [2–5] не учитывает опыт и инновации последних лет.

В настоящее время можно констатировать значительное возрастание степени риска и, как следствие, аварий при освоении природных ресурсов. Как показывают исследования, существенную роль в этом играют геодинамические процессы, происходящие в массиве пород.

Геодинамической опасностью можно считать совокупность неблагоприятных природных факторов, связанных с исходным состоянием блочного массива горных пород, и техногенных воздействий в результате инженерной деятельности при освоении недр и земной поверхности. Под обеспечением геодинамической

безопасности следует понимать предупреждение или исключение неблагоприятных сочетаний природных и техногенных факторов, вызывающих промышленные аварии и чрезвычайные ситуации в зонах риска.

Крупные водохранилища, дамбы, шахты и карьеры, а также подземные взрывы, в том числе и ядерные, воздействуют на перераспределение напряжений в грунтах, что приводит к горным ударам и к техногенным землетрясениям. К числу широко распространенных последствий разработки месторождений углеводородов относятся спровоцированные техногенные смещения (тектоническая ползучесть) геологических горизонтов и земной поверхности. Вблизи ослабленных зон формируются разнонаправленные подвижки и возрастает амплитуда смещений, следовательно, зоны разрывных нарушений могут представлять наибольшую опасность для уникальных сооружений Астраханского газового комплекса (АГК), объектов обустройства, а также для Астраханской агропромышленной агломерации в целом.

Наиболее известными техногенными землетрясениями являются землетрясения, вызванные длительной добычей нефти и газа, а также закачкой в разломы воды и других жидкостей. Они были зарегистрированы не только за рубежом, но и на территории РФ, в частности в Самарской, Пермской областях, а также в Татарстане и в районах Западной Сибири. В 1976 г. в пределах газового месторождения Газли (Узбекистан) было зафиксировано два землетрясения силой 9 и 10 баллов, в результате которых был полностью разрушен поселок и нанесен серьезный материальный ущерб промыслам.

В результате интенсивной эксплуатации Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ) зафиксировано нарушение природного динамического равновесия в геологической среде, в результате чего образовалась гидродинамическая воронка мощностью 600-800 м и возникли дополнительные некомпенсированные напряжения до 10 МПа. По этой причине многократно увеличилась вероятность возникновения землетрясений в Предуралье.

Запущенная в октябре 2004 г. в эксплуатацию станция сейсмического наблюдения на территории Оренбургской области ежемесячно фиксирует около 250 сейсмических событий различной природы; половина относится к событиям местного происхождения, что свидетельствует о критической сейсмической обстановке.

Современные требования по экологической безопасности предусматривают проведение геодинамических исследований, поскольку техногенное воздействие добывающих комплексов

на природные резервуары углеводородов приводит к нарушению ее устойчивости вследствие изменения напряженно-деформированного состояния продуктивных пластов, вызванного снижением пластовых давлений. Возникающие при этом деформации пород продуктивного горизонта могут быть восприняты всем массивом вышележащих пород. Взаимосвязь глубинных геодинамических процессов с деформационными процессами, происходящими вблизи поверхности земной коры, обеспечивает системы линейных разломов, являющиеся каналами распределения эндогенной энергии.

Результаты дешифрирования снимков, а также иных исследований указывают на наличие в разрезе АГКМ большого числа дизъюнктивных дислокаций разного ранга. К некоторым из них отнесены зоны повышенной проницаемости, которые достигают поверхности и вдоль которых осуществляется активная миграция глубинных флюидов.

Наличие на территории Астраханского региона источников техногенно-индуцированных процессов требует проработки мер по прогнозу и снижению уровня сейсмической опасности. На рис. 1 представлена схема месторождений углеводородного сырья в Астраханской области, которые могут стать источниками техно-генно-индуцированных процессов.

Следует учитывать тот факт, что на проявление сейсмического эффекта существенное влияние оказывают и поверхностные отложения. Так, влияние грунтов основания зданий и сооружений на интенсивность сейсмических воздействий нашло свое отражение в [6, табл. 1].

Прогноз интенсивности сейсмических воздействий на конкретных площадках строительства определяется в результате проведения специальных исследований – сейсмического микрорайонирования (СМР). Его результаты зависят от особенностей геологической среды, таких как литологический состав, физико-механические свойства грунтов, гидрогеологические условия, влияние рельефа, наличие тектонических разломов и др. В результате СМР площадки могут иметь прогнозируемую интенсивность воздействия, отличную от определенной общим сейсмическим районированием. Например, при грунтах 3-й категории по сейсмическим свойствам сейсмический эффект значительно возрастает. И наоборот, при плотных грунтах 1-й категории по сейсмическим свойствам интенсивность снижается. Все это говорит о том, что на территории конкретной площадки могут появиться участки с повышенной или пониженной расчетной сейсмичностью.



Рис. 1. Схема расположения месторождений природных ископаемых в Астраханской области

Результатом СМР является крупномасштабная карта, позволяющая оценить локальные инженерно-сейсмические условия и являющаяся одним из важнейших элементов в комплексе защитных мероприятий в сейсмических районах [5].

СМР предусматривает комплекс инженерно-геологических, инструментальных и расчетно-теоретических работ, в результате которых производится построение карт сейсмического микрорайонирования, позволяющих выделить территории, подверженные сильным землетрясениям [5].

Инженерно-геологические исследования предусматривают: сбор и обобщение материалов

прошлых лет, комплексную инженерно-геологическую съемку соответствующего масштаба, включающие инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование территории горно-буровые и геофизические работы, а также камеральные и картосоставительские работы.

При инженерно-геологическом анализе территории большое внимание уделяется изучению разрывных тектонических нарушений участков со сложными инженерно-геологическими условиями. Геофизические исследования позволяют определить глубину залегания, литологическое строение, уровень подземных вод, выявить и проследить зоны повышенной

трещиноватости пород, а также трассирование разрывных тектонических нарушений и т. д. [2-5].

Инструментальные сейсмические исследования выполняются в соответствии с действующими нормативными документами по сей-

смическому микрорайонированию с целью получения данных о сейсмичности изучаемой территории и сейсмических свойствах грунтов [2-5]. На рис. 2 представлена карта общего сейсмического районирования Астраханской области.

ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ
АСТРАХАНСКАЯ ОБЛАСТЬ
КАРТА ОБЩЕГО СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СО СТЕПЕНЬЮ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ С (1%)

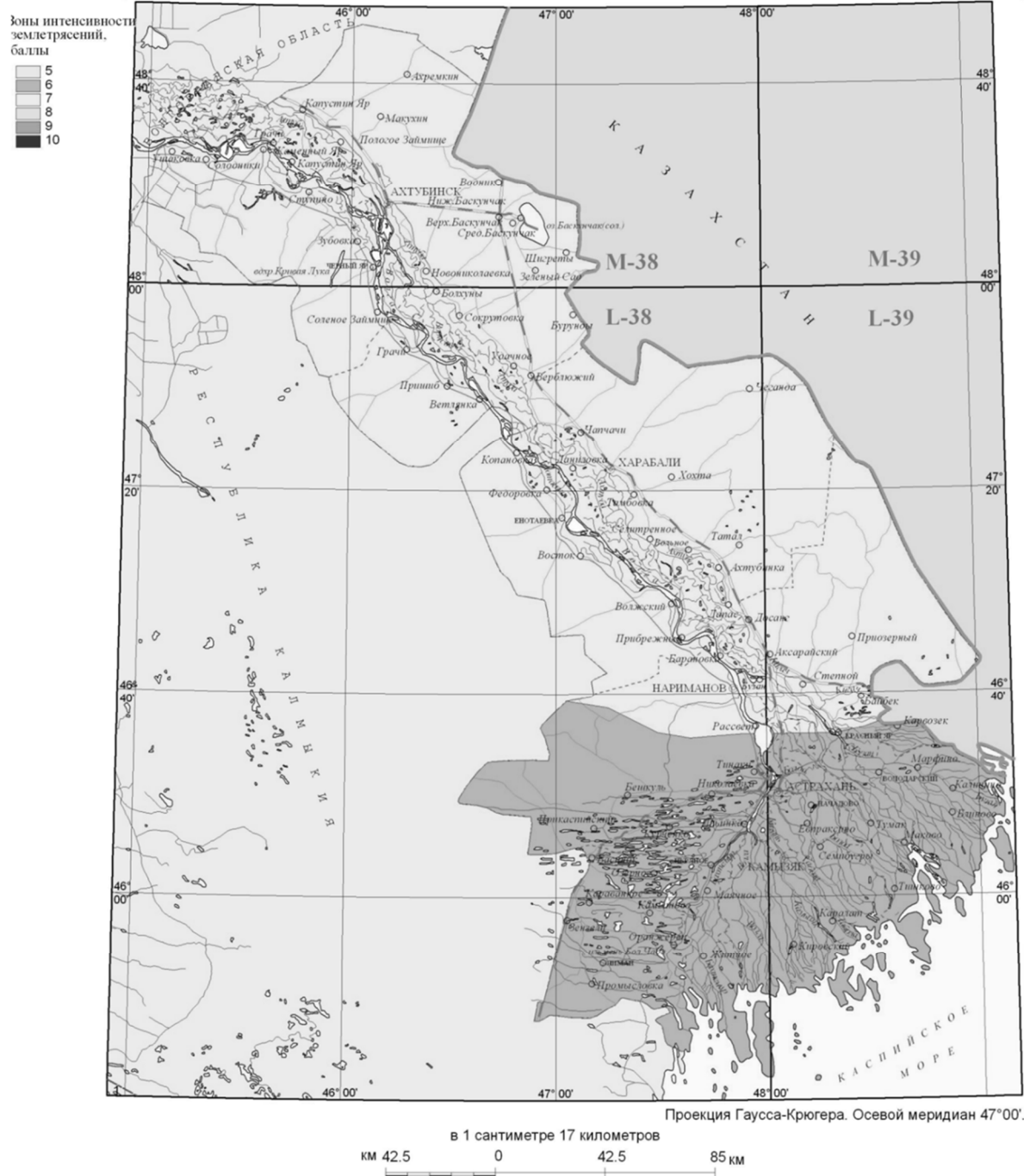


Рис. 2. Карта общего сейсмического районирования Астраханской области

Оценка сейсмической опасности производится исходя из предположения о ее проявлении на больших территориях. Обследования последствий разрушительных землетрясений, а также работы некоторых исследователей [7] убедительно указывают на влияние грунтов небольших по площади территорий на интенсивность и спектральный состав сейсмических колебаний. Результаты исследований показали, что основания зданий и сооружений оказывают значительное влияние на проявление сейсмического эффекта, а также необходимость его учета при проектировании надземных конструкций [8, 9] с целью управления сейсмическими рисками [10, 11].

Управление сейсмическими рисками на территории Северного Каспия и Астраханской агло-

мерации требует детального решения комплекса вопросов, связанных с обеспечением сейсмической безопасности, в том числе:

- подробное сейсмическое микрорайонирование, проведение инженерных изысканий для определения расчетной сейсмичности площадок строительства на территории Астраханской агломерации;
 - разработка и внедрение геоинформационной системы, отражающей сейсмические риски в Астраханском регионе, учитывающей геологические, гидрогеологические, экологические и социально-экономические аспекты проблемы.
- Выполнение перечисленных мероприятий поможет принятию управленческих решений, направленных на снижение сейсмических рисков на территории Астраханской области.

Список литературы

1. Серебряков О. И., Курдюк А. Ю. К вопросу определения сейсмичности на территории Астраханского региона // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. 2005. № 1.
2. Оценка влияния грунтовых условий на сейсмическую опасность. Методическое руководство по сейсмическому микрорайонированию. М.: Наука, 1988.
3. РСН 60-86 Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. Госстрой РСФСР. М.: МосЦГИСИЗ Госстроя РСФСР, 1986. 32 с.
4. РСН 65-87 Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ / Госстрой РСФСР. М.: МосЦГИСИЗ Госстроя РСФСР, 1987. 20 с.
5. Методика сейсмического микрорайонирования застраиваемых (осваиваемых) территорий РСФСР с учетом региональных инженерно-сейсмологических особенностей и техногенных факторов / Госкомархстрой РСФСР, научно-производственное объединение «Стройизыскания». М.: 1991. 23 с.
6. СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах / Госстрой СССР. М.: АППЦИГП, 1991. 50 с.
7. Голубцова М. Н., Шехтер О. Я. Влияние изменения свойств грунта в основании сооружения при распространении колебаний на поверхности слоя // Научные труды НИИОСП. 1980. Вып. 80. С. 97–106.
8. Ильичев В. А., Курдюк А. Ю., Лиховцев В. И. Оценка влияния искусственной подготовки основания на интенсивность и спектральный состав сейсмических колебаний // Фундаменты и основания в условиях статического и динамического нагружения. Труды НИИОСП. 1986. Вып. 86. С. 103–113.
9. Ильичев В. А., Курдюк А. Ю., Лиховцев В. И. Методика оценки влияния искусственного основания на интенсивность и спектральный состав сейсмических колебаний // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1992. № 6. С. 28–30.
10. Полумордвинов О. А., Тарасенко С. Е., Курдюк А. Ю. Обеспечение сейсмической безопасности в Нижнем Поволжье и Северном Каспии // Геология, география и глобальная энергия. 2013. № 1. С. 8–13.
11. Сейсмический риск и инженерные решения / под ред. Ц. Ломнитца, Э. Розенблюта. М.: Недра, 1981.
12. Шереметов И. М., Курдюк А. Ю. Геотехнический мониторинг основания зданий и сооружений Астраханского кремля // Геология, география и глобальная энергия. 2011. № 4. С. 8–13.

© А. Ю. Курдюк, А. С. Вереина, Д. П. Дисяев

Ссылка для цитирования:

Курдюк А. Ю., Вереина А. С., Дисяев Д. П. Некоторые аспекты оценки сейсмической опасности в нефтегазоносных регионах Нижнего Поволжья и Северного Каспия // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский инженерно-строительный институт. Астрахань : ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015. № 1 (11). С. 51–55.