

Повышение чувствительности наземных сетей сейсмического мониторинга разработки месторождений углеводородов: теоретические исследования и полевые эксперименты

Дергач П.А. (1, 2), Дучков А.А. (1, 2), Яскевич С.В. (1, 2)

(1) Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия

(2) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия

e-mail: dergachpa@ipgg.sbras.ru

Процесс длительной разработки месторождений углеводородов зачастую сопровождается проявлением повышенной техногенной и индуцированной сейсмичности, приводящей к различным негативным последствиям на их территории. Из наиболее значимых последствий можно выделить: нарушения обсадных колонн скважин и коммуникаций; повреждение зданий, трубопроводов и прочих объектов инфраструктуры месторождения. Все это наносит значительный экономический ущерб. Необходимо отметить и возможный экологический ущерб, в частности загрязнение среды, связанное с возможным разливом нефтепродуктов и т.д.

Одним из методов удаленного контроля за геодинамической обстановкой является сейсмический мониторинг, который позволяет по записям сейсмических колебаний определять координаты и энергию сейсмических событий в пределах месторождения. Существует два основных типа систем наблюдения: наземная, состоящая из отдельных сейсмологических пунктов, расположенных на земной поверхности, и скважинная, состоящая из приемных антенн, установленных на глубине нескольких километров, в непосредственной близости от сейсмоактивной зоны. Записи с наземных пунктов, как правило характеризуются крайне высоким уровнем техногенных шумов, связанных с работой техники на территории месторождения. Скважинные системы, напротив, характеризуются высоким соотношением сигнал/шум, по причине близости сейсмометров к гипоцентрам регистрируемых землетрясений и удаленности от источников техногенных шумов. Однако препятствием для их повсеместного применения является крайне высокая стоимость бурения глубоких скважин, а также установки и обслуживания оборудования.

В данной работе приводятся результаты теоретических исследований зависимости чувствительности наземной сети сейсмологического мониторинга от количества и пространственного распределения пунктов наблюдения на территории месторождения, а также полевых экспериментов по заглублению сейсмометров на глубины до 100 метров.

Для теоретических исследований использовались реальные записи наземной сейсмологической сети, функционирующей на действующем нефтяном месторождении. В рамках полевого эксперимента, сейсмометры со всех пунктов наблюдения были установлены на дно скважин глубиной до 100 метров. Оптимальная глубина определялась в ходе рекогносцировочных работ, в рамках которых производились записи на различных глубинах. Некоторое время после установки, запись велась параллельно двумя системами: наземной и заглубленной.

В результате теоретических исследований был предложен способ оценки чувствительности сети на основании пространственного распределения пунктов наблюдения с соответствующими уровнями сейсмических шумов. В результате полевого эксперимента было продемонстрировано, что установка сейсмометров в скважины глубиной около 80 метров обеспечило прирост чувствительности по магнитуде порядка 1 (Ml), а количество регистрируемых локальных землетрясений увеличилось приблизительно в 10 раз. Данный результат хорошо согласуется с теорией [1].

Литература

Aki K., Richards P.G. (1980). Quantitative Seismology: Theory and Methods.