

Определение смещений техногенных объектов на территории нефтяных месторождений методом радарной интерферометрии

А.В. Филатов¹, А.В. Евтушкин¹, Ю.В. Васильев²

¹Югорский НИИ информационных технологий,

628011 Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151

E-mail: fav@uriit.ru

²Западно-Сибирский филиал

Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,

625670 Тюмень, ул. Володарского, 56

E-mail: radan92@list.ru

В работе представлен метод интерферометрической обработки серии из нескольких радарных измерений интересующей территории. Расчет проводится для набора объектов, обладающих высокой когерентностью в течение длительного времени, называемых постоянными отражателями. Программно реализован алгоритм определения относительных скоростей смещений постоянных отражателей. Для исследования выбрана территория Усть-Вахской площади Самотлорского месторождения, которая характеризуется нестабильным напряженно-деформированным состоянием недр с точки зрения современной геодинамики. На этой территории также расположены крупные техногенные объекты: п. Излучинск и Излучинская ГРЭС.

Ключевые слова: горно-экологический мониторинг, геодинамический полигон, радиолокационная интерферометрия постоянных отражателей, ALOS, PALSAR

Введение

В соответствии с требованиями условий лицензионного соглашения и действующих нормативных документов Ростехнадзора (РД-07-113-96; Временное положение о горно-экологическом мониторинге, Госгортехнадзор 1997 г.) на территории Самотлорского месторождения в 2002 году был создан геодинамический полигон (СГДП), состоящий из 85 глубинных реперов. С 2003 года по настоящее время ежегодно выполняется комплекс геодезических работ (высокоточное нивелирование II класса, GPS-измерения) и геофизических исследований (гравиметрия, измерения локального магнитного поля земли) для определения характеристик напряженно-деформационного состояния недр. В 2006 году для детализации наблюдений на Усть-Вахской площади, было заложено еще 6 реперов. Основной целью работы на СГДП является обеспечение геодинамической и экологической безопасности от техногенного влияния разработки Самотлорского месторождения на природную среду, объекты нефтегазодобычи, промышленные и гражданские сооружения, попадающие в площадь горного отвода (Излучинской ГРЭС, п. Излучинск), посредством создания эффективной системы горно-экологического мониторинга.

Для решения поставленных целей и задач использовалась методологическая основа комплексирования нескольких методов: анализ геодезических измерений, сейсморазведки, гравиметрии, дистанционного зондирования, геолого-промышленной обстановки, гидро-геологических и инженерно-геологических условий (Васильев и др., 2005). С 2008 г. в ка-

честве дополнения к геодезическим измерениям проводится интерферометрическая обработка радарных данных, получаемых со спутников дистанционного зондирования Земли ERS-2\SAR, ENVISAT\ASAR, ALOS\PALSAR (Евтушкин, Филатов, 2009). Радарная интерферометрия является единственным методом дистанционного зондирования, обеспечивающим высокую точность определения высот и смещений за счет использования фазовой компоненты сигнала.

Метод интерферометрической обработки постоянных точечных отражателей

Временная и пространственная декорреляция и атмосферные неоднородности не позволяют классической радарной интерферометрии стать эффективным инструментом для мониторинга деформаций земной поверхности в течение длительного интервала (от 3 лет). Временная декорреляция делает невозможным интерферометрические измерения для областей с густой растительностью и в местах, где электромагнитные свойства и/или положение элементарных отражателей внутри элемента разрешения изменяются во времени. Геометрическая декорреляция ограничивает количество интерферометрических пар, которые возможно использовать в обработке. Атмосферные неоднородности создают фазовый сдвиг, который накладывается на каждое радиолокационное изображение и ухудшает точность оценки смещений. Кроме того, атмосферный фазовый сдвиг (АФС) порождает медленное изменение фазы в пределах кадра в зависимости от распределения водяного пара и не может быть оценен и исключен на основе карты когерентности.

Метод интерферометрии постоянных точечных отражателей (Persistent Scatterer Interferometry – PSI) разработан в 1999 г. в Политехническом Университете Милана и достаточно хорошо описан в литературе. Его преимущества основаны на особенных свойствах точечных объектов, которые сохраняют высокий уровень обратного отражения радиолокационного сигнала в течение множества последовательных съемок (Ferretti et al., 2001). Зачастую размер такого отражающего объекта меньше элемента разрешения, поэтому когерентность достаточно высока (>0.5) даже для пар кадров с базовой линией больше критической. При условии оценки и удаления АФС высоты таких точек над опорной поверхностью могут быть рассчитаны с точностью лучше 1м, а смещения лучше 1см.

Для мониторинга объектов нефтедобычи расположенных на месторождении ХМАО реализован метод интерферометрической обработки постоянных отражателей описанный в работе (Ferretti et al., 2001). Данный метод предусматривает алгоритмы выбора постоянных отражателей и расчета АФС, скорости смещений и высот. Постоянным отражателем считается объект, который дает высокий и стабильный уровень обратного отражения (амплитуда пикселя), тогда фаза сигнала, принятого от такого объекта, имеет низкую дисперсию.

Рассмотрим составляющие интерферометрической фазы при обработке двух разновременных радиолокационных изображений (РЛИ) (Ferretti et al., 2001).

$$\begin{aligned} \phi_k(\vec{x}) &= \phi_{rk}(\vec{x}) + \phi_{\mu k}(\vec{x}) + \phi_{ak}(\vec{x}) + \phi_{\sigma k}(\vec{x}) = \\ &= \phi_{qk}(\vec{x}) + \phi_{sk}(\vec{x}) + \phi_{\mu k}(\vec{x}) + \phi_{ak}(\vec{x}) + \phi_{\sigma k}(\vec{x}), \end{aligned} \quad (1)$$

где каждая компонента представляется формулой:

$$\begin{aligned}
 \phi_{rk}(\vec{x}) &= \frac{4\pi}{\lambda} \Delta r_k(\vec{x}) \\
 \phi_{\mu k}(\vec{x}) &= \frac{4\pi}{\lambda} \Delta \mu_k(\vec{x}) \\
 \phi_{ak}(\vec{x}) &= \frac{4\pi}{\lambda} (a_k(\vec{x}) - a_m(\vec{x})) \\
 \phi_{\sigma k}(\vec{x}) &= \frac{4\pi}{\lambda} (\sigma_k(\vec{x}) - \sigma_m(\vec{x})) \\
 \phi_{qk}(\vec{x}) &= \frac{4\pi}{\lambda R} B_k(\vec{x}) \frac{q(\vec{x})}{\sin \alpha} \\
 \phi_{sk}(\vec{x}) &= \frac{4\pi}{\lambda R} B_k(\vec{x}) \frac{\eta}{\tan \alpha} ,
 \end{aligned} \tag{2}$$

где: $\vec{x} = [\begin{matrix} \xi \\ \eta \end{matrix}]$ – координаты пикселя (ξ – азимут, η – наклонная дальность), ϕ_{rk} – фазовая компонента (ФК) за счет разности расстояний, проходимых сигналом при разновременной съемке, $\phi_{\mu k}$ – ФК за счет смещения объекта, ϕ_{ak} – ФК за счет различия атмосферных условий, $\phi_{\sigma k}$ – разница фазы переотражения, ϕ_{qk} – ФК, зависящая от высоты объекта над опорной поверхностью, ϕ_{sk} – ФК, зависящая от наклонной дальности объекта, Δr_k – разность расстояний до объекта, при разновременной съемке, $\Delta \mu_k$ – смещение объекта в направлении линии визирования за время между съемками, a_m, a_k – изменение дистанции сигнала вследствие влияния атмосферы при исходной (master) и повторной (slave) съемках соответственно, σ_m, σ_k – фаза переотражения master и slave соответственно, λ – длина волны зондирующего сигнала, R – расстояние между антенной радара и объектом при master съемке, B_k – перпендикулярная проекция базовой линии (расстояния между положениями радара), q – высота, η – наклонная дальность, α – угол обзора.

В данном методе используются $K+1$ разновременных РЛИ одного и того же участка поверхности. Из них выбирается одно исходное как master, остальные K slave и формируются K интерферограмм. Выбор master сцены основан на минимизации влияния факторов снижающих когерентность интерферограммы:

$$\gamma_m = \frac{1}{K} \sum_{k=0}^K g(B_{k,m}, B_{cr}) \times g(T_{k,m}, T_{cr}) \times g(fdc_{k,m}, fdc_{cr}), \tag{3}$$

где:

$$g(x, c) = \begin{cases} 1 - |x|/c & \text{при } |x| < c \\ 0 & \text{при } |x| \geq c \end{cases},$$

где: $B_{k,m}, T_{k,m}, fdc_{k,m}$ – перпендикулярная пространственная база, временная база и разница доплеровских центроидов для каждой пары кадров, B_{cr}, T_{cr}, fdc_{cr} – критические значения данных параметров.

На основе формулы (3) выбирается такая исходная сцена m , для которой γ_m максимально. Дальнейший расчет ведется для K интерферометрических пар и H пикселов, представляющих собой постоянные отражатели (матрица $\vec{\Phi}[K \times H]$):

$$\Phi = \vec{a}1^T + \vec{p}_\xi \vec{\xi}^T + \vec{p}_\eta \vec{\eta}^T + \vec{B}\vec{q}^T + \vec{T}\vec{v}^T + \vec{E}, \quad (4)$$

где: $\vec{a}[K \times 1]$ – постоянное значение фазы, $\vec{p}_\xi[K \times 1], \vec{p}_\eta[K \times 1]$ – линейные коэффициенты изменения фазы вдоль направления азимута $\vec{\xi}[H \times 1]$ и наклонной дальности $\vec{\eta}[H \times 1]$ вследствие атмосферных и орбитальных смещений, $\vec{B}[K \times 1]$ – перпендикулярные базы интерферограмм (при обработки большой области вместо вектора используется матрица $\vec{B}[K \times H]$), $\vec{q}[H \times 1]$ – высоты точек, $\vec{T}[K \times 1]$ – временные базы интерферограмм, $\vec{v}[H \times 1]$ – скорости смещений в направлении наклонной дальности, $\vec{E}[K \times H]$ – некомпенсированные фазовые составляющие более высокого порядка, а также шум вследствие де-корреляции.

Так как значение фазы $\vec{\Phi}$ является сверткой истинной фазы по модулю 2π система (4) является нелинейной, состоит из $H \cdot K$ уравнений и содержит $3K+2H$ неизвестных: $\vec{a}, \vec{p}_\xi, \vec{p}_\eta, \vec{q}, \vec{v}$. Данные $\vec{\Phi}, \vec{\xi}, \vec{\eta}, \vec{B}, \vec{T}$ выбираются из интерферограмм и параметров съемки. Система (4) решается при помощи итеративного алгоритма и доступной опорной ЦМР. Первым шагом производится компенсация ФК ϕ_{qk} и ϕ_{sk} (1, 2). Данная процедура взята из классической интерферометрии и состоит из выравнивания и расчета дифференциальной интерферограммы. Топографическая компонента ϕ_{qk} рассчитывается на основе параметров интерферометрической съемки и доступной опорной ЦМР:

$$\hat{\phi}_{qk}(\vec{x}) = \frac{4\pi}{\lambda R} \hat{B}_k(\vec{x}) \frac{\hat{q}(\vec{x})}{\sin \alpha}, \quad (5)$$

где: \hat{B}_k – перпендикулярная база, рассчитанная из орбитальных координат космического аппарата (КА), \hat{q}_k – значение высоты из опорной ЦМР.

Ошибка расчета топографической компоненты определяется как:

$$\phi_{qk}(\vec{x}) - \hat{\phi}_{qk}(\vec{x}) = \frac{4\pi}{\lambda R \sin \alpha} [q(\vec{x}) \cdot \Delta B_k(\vec{x}) + \hat{B}_k(\vec{x}) \cdot \Delta q(\vec{x})], \quad (6)$$

где: $\Delta q(\vec{x}) = \hat{q}(\vec{x}) - q(\vec{x})$ – высотная погрешность ЦМР, $\Delta B_k(\vec{x}) = \hat{B}_k(\vec{x}) - B_k(\vec{x})$ – погрешность расчета базы.

Ошибка ФК ϕ_{sk} также связана с возможными погрешностями в интерполировании орбиты КА:

$$\phi_{sk}(\vec{x}) - \hat{\phi}_{sk}(\vec{x}) = \frac{4\pi}{\lambda R} \Delta B_k(\vec{x}) \frac{\eta}{\tan \alpha} \quad (7)$$

В ходе выравнивания и расчета дифференциальной интерферограммы ФК ϕ_{qk} и ϕ_{sk} вычитываются из $\vec{\Phi}$ и система (4) принимает следующий вид:

$$\Delta \vec{\Phi} = \vec{a}1^T + \vec{p}_\xi \vec{\xi}^T + \vec{p}_\eta \vec{\eta}^T + \vec{B} \Delta \vec{q}^T + \vec{T} \vec{v}^T + \vec{E}, \quad (8)$$

где: \vec{p}_ξ и \vec{p}_η – содержат только АФС.

Систему (8) можно успешно решить при следующих условиях: 1) соотношение сигнал/шум для точек H достаточно высокое; 2) скорость точек постоянна; 3) АФС можно аппроксимировать как наклонную плоскость в пределах рассматриваемой области.

Важный подготовительный этап данного алгоритма состоит в выборе точек, являющихся постоянными отражателями. Стандартный подход, основанный на карте когерентности, бесполезен так как:

- комплексная интерферометрическая когерентность подвержена влиянию дисперсии пространственной базы и ошибок ЦМР;
- при расчете карты когерентности производится усреднение в пределах скользящего окна, что приводит к потере отдельных точек.

Другой подход – использование условия стабильности амплитуды пикселя:

$$\sigma_v \approx \frac{\sigma_A}{m_A} = D_A, \quad (9)$$

где: σ_v – дисперсия фазы, σ_A – дисперсия амплитуды, m_A – среднее значение амплитуды, D_A – индекс дисперсии.

Для выбора постоянных отражателей устанавливается пороговое значение $D_A < 0.25$.

Система (8) является нелинейной и ее сходимость зависит от следующих факторов:

- пространственно-временное распределение съемок должно быть равномерным;
- достаточная точность опорной ЦМР (не грубее 20 м);
- в пределах области изменения ФК ϕ_{sk} и АФС должны быть линейными;
- медленные и равномерные смещения точек.

Результаты обработки серии радарных измерений территории Излучинской ГРЭС

В инженерно-геологическом отношении территория ГРЭС и поселка Излучинск характеризуется следующим разрезом: сверху залегают намывные пески, под ними - современные аллювиальные отложения (суглинки, супеси, глины, пески). Рассматриваемая территория приурочена к пойменной, русловой и старичной фациям. В аллювиальной толще среди песков на глубине более 20 м от естественной поверхности отмечаются глинистые линзы и прослои озерно-аллювиального генезиса. Модуль деформации песков равен 25 МПа. Исходя из инженерно-геологического строения рассматриваемой территории, принят свайный вариант фундаментов с опиранием острия свай на песчаные грунты.

В гидрогеологическом отношении территория характеризуется наличием горизонта грунтовых вод, приуроченного к аллювиальным пескам. Режим водоносного горизонта тесно связан с уровенным режимом в реке Вах. Наивысший уровень на начало июля – 41 м, минимальный уровень на середину апреля – 34 м. Уровень воды в намытых песках подвержен колебаниям и зависит от количества осадков, действующих систем водопонижения. При эксплуатации зданий и сооружений возможны технологические утечки воды, что, в свою очередь, влияет на уровенный режим грунтовых вод, что в конечном итоге приводит к нарушению естественного напряженно-деформированного состояния грунтов как оснований зданий и сооружений.

По данным многолетних геодинамических мониторинговых наблюдений на рассматриваемой территории сформирована зона геодинамического риска, поскольку зафиксированы (с 2003 по 2010 годы) деформационные процессы от +10 до -30 мм, которые в местах тектонических нарушений могут создавать условия для создания критических деформаций.

Для получения дополнительной информации о смещениях зданий и сооружений, находящихся на территории ГРЭС и поселка Излучинск, а также для отработки метода интерферометрии постоянных отражателей в рамках научного гранта 07/JAXA/ASP No. 0704001 использованы 7 радарных сцен сенсора ALOS\PALSAR снятые в период с 2007 по 2010 гг. Съемка проведена в режиме Fine Beam Single (FBS), размер пикселя в направлении азимута 3,29 м, в направлении наклонной дальности 4,68 м; размер каждой сцены 70x80км, длина волны 23 см, минимально возможный период повторного пролета 46 суток. Каждая сцена полностью покрывает Самотлорское нефтяное месторождение и расположенные в непосредственной близости населенные пункты (г. Нижневартовск, п. Излучинск), что позволяет оценить смещения земной поверхности вследствие разработки недр и их влияние на техногенные объекты.

На рисунке 1 приведено распределение съемок на временной шкале, а также указаны идентификаторы сцен.

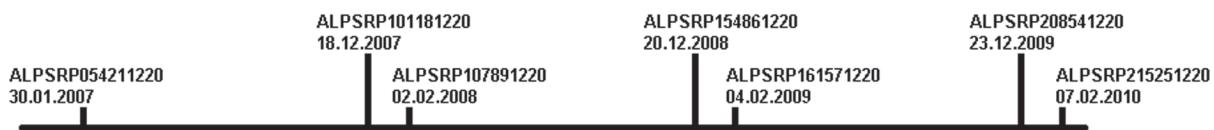


Рис. 1. Временное распределение съемок ALOS\PALSAR

На основе формулы (3) выбрана master сцена ALPSRP208541220. В таблице 1 приведены значения перпендикулярной пространственной и временной базы для составленных интерферометрических пар. Для полученных пар кадров в программе SARscape рассчитаны 6 дифференциальных интерферограмм. В качестве опорной ЦМР использованы материалы обработки стереопар ASTER_GDEM, предоставляемые Геологической службой США (USGS). Точность высотной составляющей 14 м.

Модуль Persistent Scatterer Interferometry доступный в программном обеспечении ENVI\SARscape оказался неспособен решить задачу обработки данных по методу интерферометрии постоянных отражателей вследствие малого количества используемых РЛИ. Поэтому при помощи математического окружения MATLAB разработана программа “PSIVelocityComp”, реализующая описанный в предыдущем пункте метод обработки (Филатов, 2011).

На первом этапе работы программы на основе критерия 9 выбираются пиксели, соответствующие постоянным отражателям. Второй этап заключается в решении системы 8, в результате которого для каждого постоянного отражателя рассчитываются погрешность ЦМР, скорость смещения и АФС.

Таблица 1. Интерферометрические пары

Master	Slave	Перпендикулярная база, м	Временная база, сутки
ALPSRP208541220	ALPSRP054211220	-1405	-1058
ALPSRP208541220	ALPSRP101181220	1328	-736
ALPSRP208541220	ALPSRP107891220	2115	-690
ALPSRP208541220	ALPSRP154861220	-3297	-368
ALPSRP208541220	ALPSRP161571220	-2550	-322
ALPSRP208541220	ALPSRP215251220	696	46

Первая исследуемая область охватывает центральную часть мульды оседания Самотлорского месторождения, обозначенную ранее на основе интерпретации материалов наземной геодезической съемки и результатов интерферометрической обработки РЛИ за 2008-09 гг. (Васильев и др., 2010). Однако при анализе больших территорий оперативной памяти вычислительной системы не хватает для обработки массива постоянных отражателей. Уменьшение числа точек путем изменения значения порога D_A привело к тому, что полученные значения расположены настолько редко, что их невозможно интерпретировать и сопоставить с другими данными.

В качестве второй области выбран район Излучинской ГРЭС и поселка Излучинск, которые попадают в площадь горного отвода Самотлорского месторождения (рис. 2). Размер исследуемой территории 8x8км, выбрано 3365 точек. После 118 шагов вычислений получены высоты и скорости смещений объектов, а также значения для атмосферной коррекции. Вследствие небольшого числа используемых РЛИ не рассчитана площадная оценка скоростей смещений, а полученные точечные оценки пока могут свидетельствовать только о направлении движения объектов. На рисунке 2 приведено исходное амплитудное РЛИ (ALPSRP208541220) в координатах азимут - наклонная дальность с наложением значений скорости смещений постоянных отражателей, представленных в цветовой шкале. Облако зеленых точек в правой части рисунка соответствует территории Излучинской ГРЭС (область 1) и свидетельствует об отрицательных смещениях техногенных объектов. Облако точек с разнонаправленными смещениями (с преобладанием отрицательных) в левой верхней части рисунка соответствует территории поселка Излучинск (область 2).

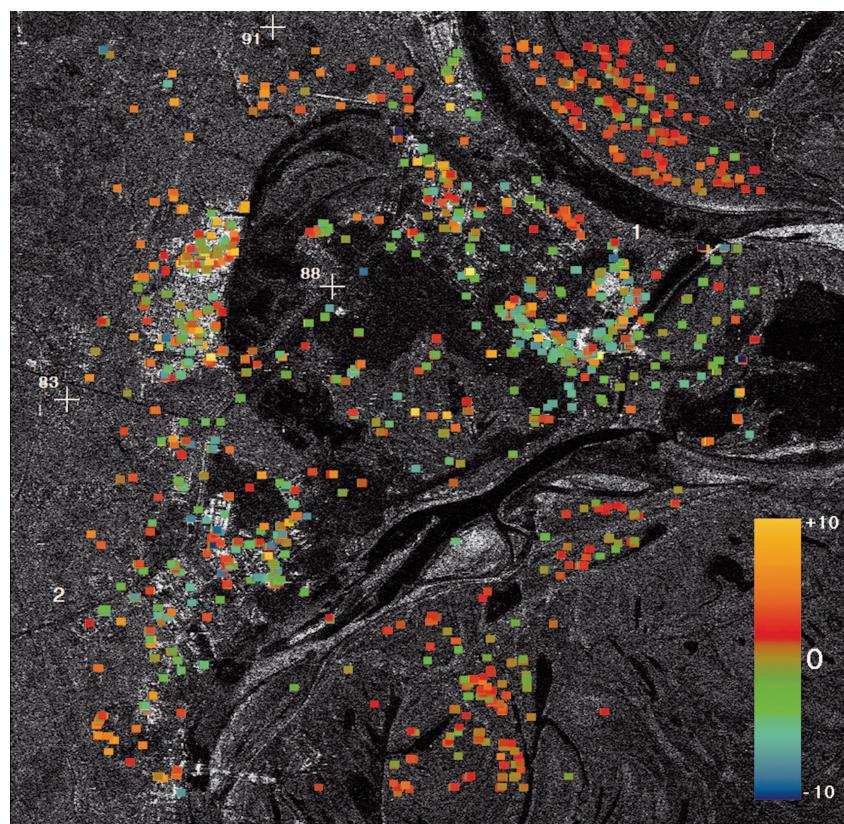


Рис. 2. Относительные скорости смещений постоянных отражателей на территории Усть-Вахской площади по результатам обработки данных ALOS\PALSAR за 2007-10 гг., шкала скорости смещений в мм/год (1 – Излучинская ГРЭС, 2 – п. Излучинск; знаком + обозначены пункты СГДП)

Проведено сравнение сдвигений, измеренных на реперах СГДП за 2006-2010 гг., со значениями скоростей смещений, рассчитанных при помощи программы PSIVelocityComp (таблица 2). В непосредственной близости к исследуемой территории расположены только 3 пункта СГДП, обозначенные знаком «+» на рисунке 2. Деформациям на данных пунктах сопоставлены значения скоростей, рассчитанные на ближайших к ним точках (постоянных отражателях).

Таблица 2. Сопоставительный анализ смещений зафиксированных на пунктах СГДП и скоростей смещений рассчитанных методом радарной интерферометрии на территории Усть-Вахской площади

Номер пункта (репер)	Инструментальные геодезические измерения по нивелированию II класса									Ско- рость (м/год)	
	Абсолютные высоты (м)					Относительные сдвигения (м)					
	2006	2007	2008	2009	2010	2006-2010	2007-2010	2008-2010	2009-2010		
0083	47,708	47,695	47,691	47,693	47,691	-0,017	-0,004	0,000	-0,002	0,003	
0088	41,320	41,294	41,299	41,300	41,299	-0,021	0,005	0,000	-0,001	-0,004	
0091	52,430	52,407	52,407	52,409	52,407	-0,023	0,000	0,000	-0,002	0,003	

Анализ таблицы 2 не дает явных оценок достоверности используемых методов интерферометрической обработки вследствие недостаточного количества реперов. Однако относительные сдвигения, определенные при помощи нивелирования II класса (особенно за 2006-2010 гг.), свидетельствуют о просадках на Усть-Вахской площади, что также заметно по значениям скоростей смещений. Кроме того на территории ГРЭС ежегодно выполняется производственный мониторинг по 300 осадочным маркам (нивелирование II класса), который выявил осадку главного корпуса в среднем 1мм/год и максимально 3мм/год, что также подтверждается облаком зеленых точек (область 1) на рисунке 2.

Выводы

На основе анализа материалов высокоточной наземной съемки и результатов обработки радарных данных можно сделать вывод о том, что рассматриваемая территория Нижневартовской ГРЭС и поселка Излучинск характеризуется сложной геолого-тектонической обстановкой, обусловленной природно-техногенными факторами. В результате выполненной работы программно реализован метод обработки массива точек интерферограммы, являющихся постоянными отражателями, на основе данных ALOS\PALSAR за 2007-10 гг. рассчитаны относительные скорости смещений техногенных объектов, находящихся в районе Излучинской ГРЭС.

Литература

1. Васильев Ю.В., Мартынов О.С., Радченко А.В., Казанцев Ю.П. Анализ результатов исследований на геодинамическом полигоне Самотлорского месторождения // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2005. Т.1. С.452-461.
2. Евтошкин А.В., Филатов А.В. Технология построения цифровых моделей рельефа и оценки смещений методом радарной интерферометрии // Вестн. Новосиб. гос.ун-та. Серия: Информационные технологии, 2009. Т.7, вып. 1. С.66-72.

3. Ferretti A., Prati C., Rocca F. Permanent scatterers in SAR interferometry // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2001. V. 39. Is. 1. P. 8-20.
4. Васильев Ю.В., Евтушин А.В., Мартынов О.С., Радченко А.В., Филатов А.В. Использование данных PALSAR при выполнении геодинамического мониторинга нефтегазовых месторождений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. №2. С. 122-128.
5. Филатов А.В., Программа расчета скорости смещений постоянных интерферометрических отражателей (PSIVelocityComp) // Свидетельство о гос. регистрации программы на ЭВМ № 2011611208 от 4 февраля 2011 г.

Detection of deformations of industrial objects on territory of oil deposits by radar interferometry

A.V. Filatov ¹, A.V. Yevtyushkin ¹, Yu.V. Vasiliev ²

¹*Ugra Research Institute of Information Technologies,
628011 Khanty-Mansiysk, 151 Mira str.*

E-mail: fav@uriit.ru

²*West Siberian Division*

*of the Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,
625670 Tyumen, 56 Volodarskogo str.*

E-mail: radan92@list.ru

Given work presents method of interferometric processing of series of radar measurements of focus area. Computation performed for the set of objects possessing high continuous coherence called persistent scatterers. Detecting algorithm of relative displacement velocity of persistent scatterers was generated. Ust-Vakh area of Samotlor oilfield was chosen for the research. It is specified by unstable intense-deformed state of subsurface from the point of modern geodynamics. Such important industrial objects as Izluchinsk settlement and Izluchinsk Power Station are also located there.

Keywords: mining and ecological monitoring, geodynamic polygon, persistent scatterer interferometry, ALOS, PALSAR.