

УДК 551.501:629.195.1

**К ВОПРОСУ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ПЛЕНОК НА АКВАТОРИИ
КАСПИЙСКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ ИСЗ “RADARSAT”**

Доктор техн. наук

Канд. геогр. наук

Канд. техн. наук

А.Ф. Мухамедгалиев

А.Х. Ахмеджанов,

Б.Э. Бекмухамедов

Т.К. Караданов

М.Г. Разакова

А.А. Мухамедгалиев

В результате анализа космических изображений выявляются отличительные особенности ветрового затишья, водной поверхности с растительностью и нефтяной пленкой. Выявлены условия разделения процессов, связанных с поверхностным загрязнением от поверхностных проявлений процессов, имеющих похожие радиолокационные образы, таких как штиль, ветровая тень, поверхность воды с растительностью.

Радиолокационная съемка морской поверхности может эффективно использоваться для изучения гидродинамических процессов в океане и озерах, ветрового волнения и зыби, динамики течений, поверхностных проявлений внутренних волн, загрязнений морской воды. Исследования механизма взаимодействия море–атмосфера могут быть полезны в интересах фундаментальной гидрологической науки и морских промыслов. Актуальными остаются вопросы обеспечения безопасности судоходства, рыбной ловли, оценки биологической продуктивности внутренних водоемов и морей, климатологии, экологии, оперативной оценки гидрологической обстановки при наводнениях, паводках, составления геологических карт, поиска и добычи полезных ископаемых в зоне прибрежного шельфа.

При разливах больших масс нефти на морской поверхности образуется пленка толщиной до 2 мм [1,7]. Затем, в течение нескольких суток, пленка

постепенно расплывается в зависимости от температуры воды и сорта нефти. Из-за контакта нефти с воздухом и морской водой интенсивно испаряются легкие фракции, а ароматические углеводороды растворяются. Более тяжелые компоненты претерпевают самоокисление, фотохимическое и биохимическое окисление. Наряду с этими процессами из-за волнения происходит интенсивное перемешивание. В результате на поверхности воды образуется водная эмульсия из тяжелых фракций, покрытая смолистой пленкой [7].

Сложная зависимость характеристик радиолокационного отражения морской поверхности от ее структуры отмечалась многими исследованиями [2,3,6]. Здесь кроме аппаратурных факторов и угла падения необходимо учитывать состояние волнения, направление его относительно радиолокационной станции (РЛС). Основным фактором, определяющим состояние морской поверхности, является, как известно, скорость ветра. По мере увеличения скорости ветра несколько уменьшается величина зеркального отражения при нормальном падении излучения, в то время как рассеяние при малых углах наблюдения становится гораздо больше. При статистической обработке данных зондирования водной поверхности возможно усреднение данных в пределах больших участков. Установлено, что действие местных ветров приводит к появлению на морской поверхности вторичной структуры, которая представляет собой небольшие волны и рябь. Длина этих волн меньше 30 см и они располагаются поверх больших волн. Отмечается, что в настоящее время не существует метода заблаговременного определения характера вторичной структуры морской поверхности, так как нет точного способа ее описания. Отраженный сигнал от морской (водной) поверхности формируется мелкой структурой – рябью (длины волн, соизмеримые с длиной волны РЛС), расположенной на склонах крупных морских волн. Основной вклад в отражение вносит спектральная составляющая ряби, длина волны которой связана с длиной падающей электромагнитной волны. Крупные ветровые волны с длиной волны в десятки метров обнаруживаются (при достаточном разрешении РЛС) благодаря модуляции амплитуды ряби крупной структурой, а также наличию брызг и капель. Особые эффекты связаны с проявлением внутренних волн. Основным их источником является взаимодействие течений (например, приливного течения) с рельефом дна, которое сопровождается выходом внутренних волн на поверхность и модуляцией амплитуды ряби. В результате по-

верхностных проявлений внутренних волн на морской поверхности образуется "фотография" структуры морского дна, которая воспринимается радиолокатором. Эти эффекты позволяют вести геологическое картирование структуры прибрежного шельфа, а также, при определенных условиях, обнаруживать движущиеся погруженные объекты.

При наблюдении водной поверхности интенсивное отражение может быть вызвано содержанием фитопланктона в поверхностном слое. Уровень отраженного от морской поверхности сигнала, в первую очередь, определяется скоростью приводного ветра, а также углом между направлением визирования и направлением движения волн. Увеличение скорости ветра приводит к возрастанию сигнала, причем на более коротких волнах это сказывается сильнее. В [3] отмечается большой разброс радиометрических измерений даже в одной серии экспериментов. При штилевой обстановке радиосигнал от поверхности моря приближается к зеркальному отражению, т.е. во всем рабочем диапазоне углов скольжения сигнал в направлении радиолокационного спутника очень мал. Аналогичным образом выявляются загрязнения (нефтяные пятна) на морской поверхности, благодаря известному эффекту уменьшения амплитуды морского волнения, что приводит к почти полному падению отраженного сигнала в направлении РЛС.

Для анализа высокочастотного отраженного радиосигнала требуется проведение сглаживания функции распределения. В теории радиотехники для ослабления высокочастотных колебаний применяют в одномерном случае способ сглаживания фильтрами [5]. Возможно их применение и в двумерном случае [1,4]. Проведенный обзор показывает, что к падению величины отраженного сигнала приводят основные три причины: штилевая обстановка, зоны ветровой тени, дождевые пятна, растения в мелководных зонах и нефтяные пленки.

В первую очередь, рассмотрим случаи проявления на радарных изображениях штилевой обстановки. Проанализированное изображение северной части каспийского шельфа с ИСЗ «Radarsat» за 15.08.2006 года показал нулевой уровень сигнала. При близости морской поверхности к зеркальному, т.е. при нулевой шероховатости поверхности, отраженный сигнал отсутствует. Рассмотренный случай относился центру штилевой зоны, поэтому рассмотрим особенности распределения отраженного сигнала в краевой области. На

рис.1 представлено радиолокационное изображение участка Каспийского моря с обширной штилевой зоной с достаточно большой зоной перехода спокойного участка морской поверхности в волновую область.

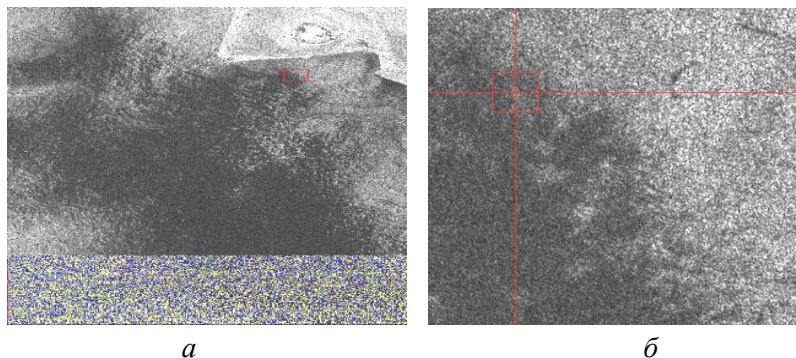


Рис.1. Радиолокационное изображение участка Каспийского моря (а) и вырезанный участок (б) на краю штилевой зоны.

Горизонтальный (рис. 2а) и вертикальный (рис. 2б) профили отраженного сигнала, проходящие через центр участка, показывают, что в среднем тренд при переходе от штиля в волновую область повышается. Здесь необходимо отметить, что на горизонтальной оси значения увеличиваются слева направо, а на вертикальной оси – сверху вниз. Анализ радарных изображений показал что на спокойной воде значение отраженного радиосигнала имеет либо нулевое значение или близко к нему.

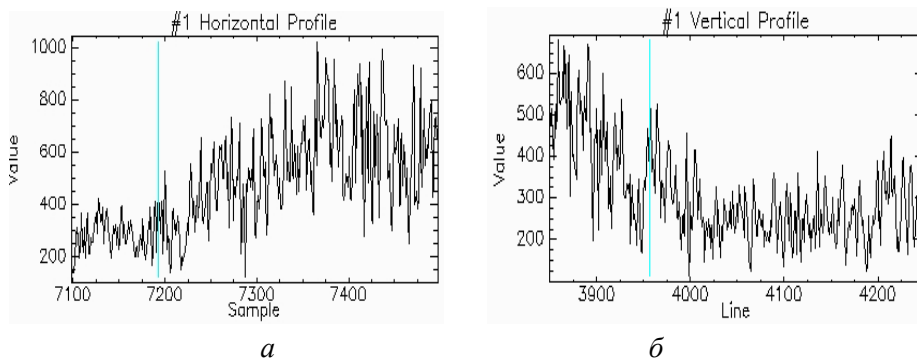


Рис.2. Горизонтальный (а) и вертикальный (б) профили отраженного сигнала, проходящие через центр участка (рис.1).

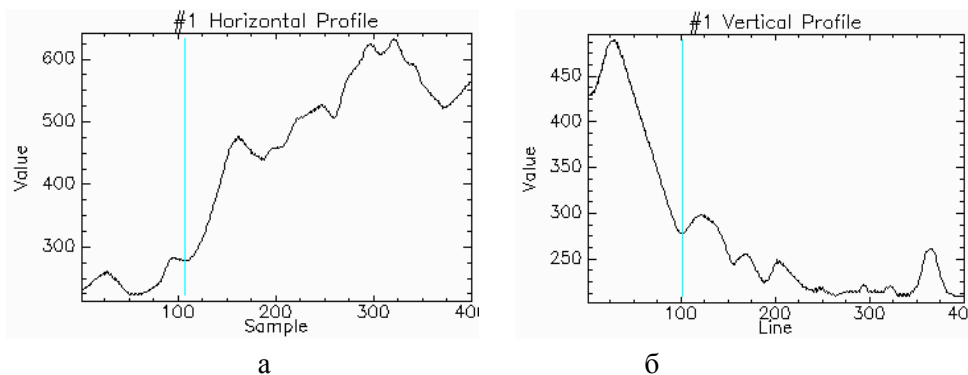


Рис.3 Горизонтальный (а) и вертикальный (б) профили сглаженного отраженного сигнала, проходящие через центр участка (рис.1).

Наблюдается плавная зона перехода спокойной воды в волновую область. Как правило, зоны штилевой ситуации занимают большую площадь. В то же время стояния спокойной воды непродолжительны. Быстрые изменения атмосферных условий диктуют изменения состояния морской поверхности. Штилевые области занимают большую площадь. Ветровое затишье (ветровая тень) могут наблюдаться на относительно малой площади. Таким примером может быть ситуация, зафиксированная на космическом изображении (рис. 4а) от 09.08.2006 г. Графики (рис. 4б,в), соответствующие сглаженному изображению (рис. 4а), показывают, что профили характеризуются уменьшением отраженного сигнала. Один край падения значения является высокоградиентным, а второй край – более пологим.

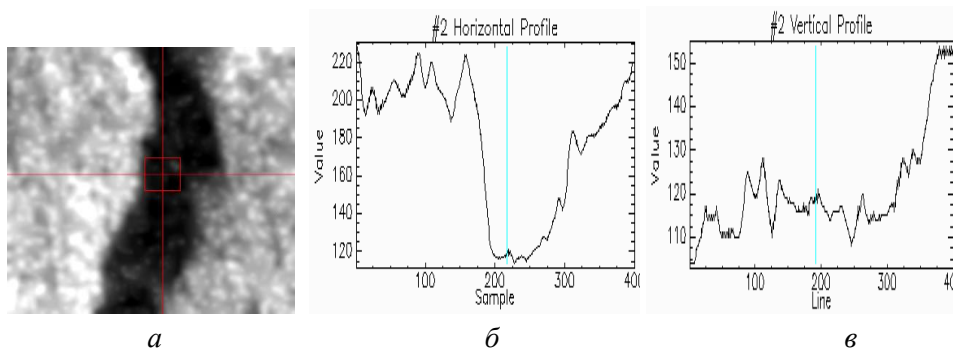


Рис.4. Сглаженное изображение участка (а), горизонтальный (б) и вертикальный (в) профили распределения радиосигнала.

Если штилевая ситуация на водной поверхности процесс временный, то наличие на водной поверхности растительности наблюдается более продолжительное время. Рассмотрим особенности отражения водной поверхности с имеющейся растительностью. На восточном побережье Каспийского моря вдоль среза вода суша имеются большие заросли камыша и другой водной растительности. На рис. 5а представлено радарное изображение участка с имеющейся на ней растительностью. Анализ распределений отраженного радиосигнала над участком моря с растительностью показывает, что над поверхностью моря с растительностью значение радиосигнала равно или близко к нулю. Растительность, как правило, располагается у самого берега, поэтому необходимо рассмотреть переходящую зону в сторону морской воды. Графики на рис. 5б,в показывают постепенный переход от зоны с растительностью к свободной воде и не такой плавный, как в случае со спокойной водой.

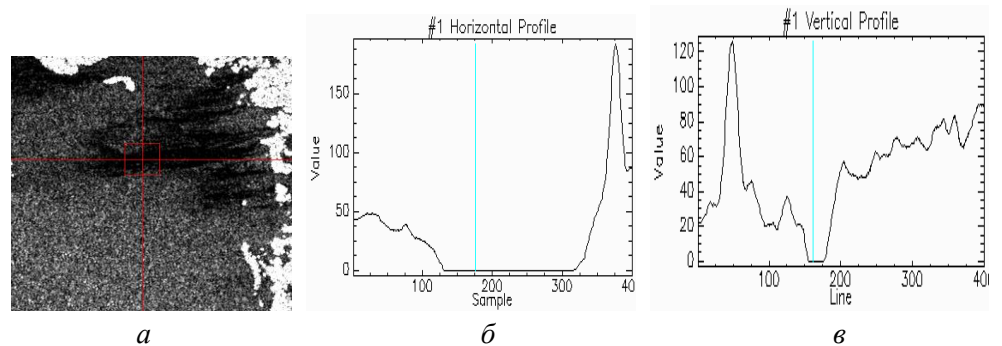


Рис. 5. Участок радарного снимка с растительностью (а), сглаженные вертикальный (б) и горизонтальный (в) профили отраженного сигнала.

Следующей зоной на радарном изображении, где пропадает сигнал, после штиля и участков морской поверхности с растительностью, являются области, где могут наблюдаться нефтяные разливы или пленки с поверхностно-активными веществами углеводородного происхождения. В качестве примера рассмотрим изображение с ИСЗ «Radarsat» за 13.10.2006 г. Водной поверхности у западного побережья Каспийского моря (рис. 6а), где имеются фактические загрязнения морской воды нефтью. Выбранный участок характеризуется наличием полос загрязнений нефтью. Анализ сглаженных горизонтальных и вертикальных профилей показывает, что наличие нефтяных пленок

на морской воде характеризуется резким высокоградиентным провалом в графиках распределения радиосигнала (рис. 6б,в). На космическом изображении Каспийского моря 9.08.2006 г. (рис. 7а) были обнаружены темные пятна. Высокоградиентные распределения радиосигнала на сглаженных изображениях (рис. 7б,в) дают основание предположить, что это пятно может быть нефтяным.

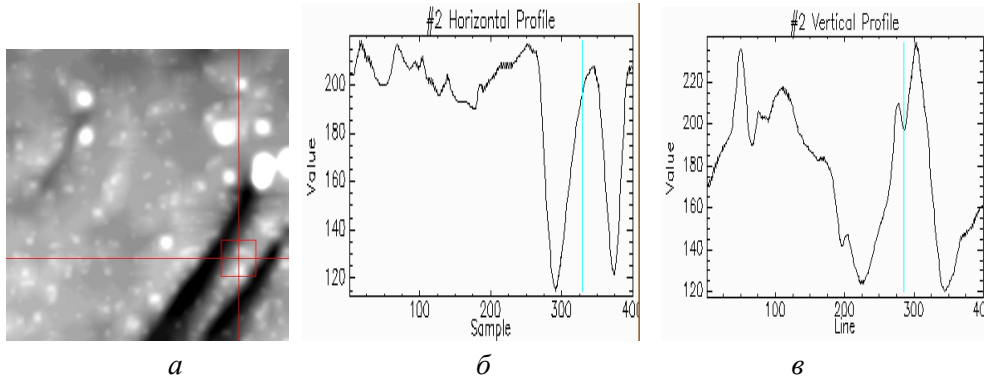


Рис. 6. Сглаженное изображение участка (а), горизонтальный (б) и вертикальный (в) сглаженные профили распределения радиосигнала.

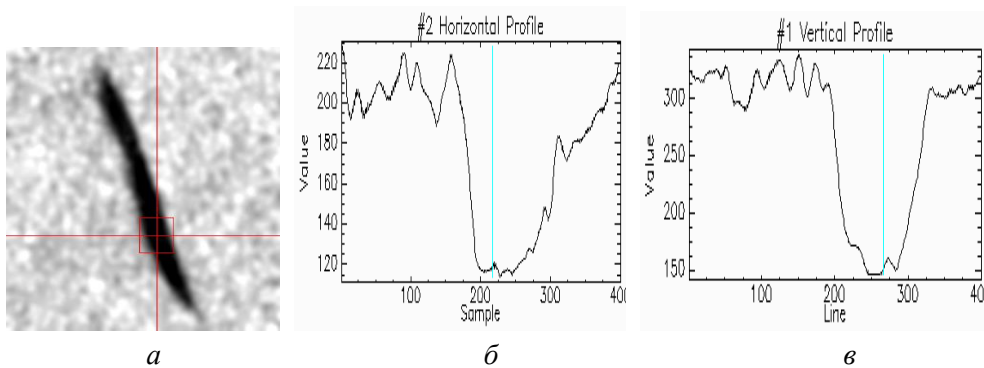


Рис. 7. Сглаженное изображение (а), горизонтальный (б) и вертикальный (в) сглаженные профили распределения радиосигнала.

В заключении можно отметить, что в результате детальной обработки и анализа космических изображений, полученных с помощью радиолокационного спутника «Radarsat», выявляются отличительные особенности ветро-

вого затишья, водной поверхности с растительностью и нефтяной пленкой. Для анализа радиосигнала требуется проведение сглаживания высокочастотной функции распределения. Выявлены условия разделения процессов, связанных с поверхностным загрязнением, от поверхностных проявлений процессов, имеющих похожие радиолокационные образы (штиль, ветровая тень, поверхность воды с растительностью, дождевые ячейки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микроволновые исследования морской поверхности в прибрежной зоне (Геленджик 1999 – 2000)/ Булатов М.Г., Кравцов Ю.А., Кузьмин А.В., Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Раев М.Д., Скворцов Е.И., Александров Д.В. // М., 2003 – 143 с.
2. Загородников А.А. Радиолокационная съёмка морского волнения с летательных аппаратов. – Л.: Гидрометеиздат. 1978. – 240 с.
3. Зубкович С.Г. Статистические характеристики радиосигналов, отраженных от морской поверхности – М.: Советское радио, 1968. – 224 с.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М., Наука, 1978. – 512 с.
5. Kennedy I.M., Wermund E.G. Oil spills. IR and microwave. – Photogram.Eng., 1971. – P.1235–1242.
6. Неронский Л.Б., Михайлов В.Ф., Брагин И.В. Микроволновая аппаратура дистанционного зондирования поверхности Земли и атмосферы. Радиолокаторы с синтезированной апертурой антенны .Ч. 2. //СПб.:ГУАП., 1999. – 220 с.
7. Oil on the Sea / Ed. D.F.Hoult. – N.Y.: Plenum Press, 1969. – 11 p.

АО «КАЗГЕОКОСМОС»

**RADARSAT ЖЕР СЕРІГІНІҢ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША
КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ АКВАТОРИЯСЫНДАҒЫ МҰНАЙ
ПЛЕНКАСЫН ӘШКЕРЕЛЕУ СҰРАҒЫ БОЙЫНША**

Техн. ғылым докторы	А.Ф. Мухамедғалиев
Геогр. ғылым канд.	А.Х. Ахмеджанов
Техн. ғылым канд.	Б.Э. Бекмухамедов
	Т.К. Караданов
	М.Г. Разакова
	А.А. Мухамедғалиев

Ғарыш бейнелерін талқылау нәтижесінде су бетінің екінші тыныштығы және өсімдік пен мұнай пленкасымен өзгеше ерекшеліктері әшкереленеді. Үстірткі ластану мен байланысты процесстерді итиль, жел саясы, өсімдігі бар су беті сияқты бірдей радиолокациондық кейіпке ие үстірткі процесстер көріністерінен ажырату шартары әшкереленді.