

УДК 621.371:551.46

ВЕРТОЛЕТНЫЕ РАДИОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТОНКОГО ОЗЕРНОГО ЛЬДА И НЕФТЯНОЙ ПЛЕНКИ НА ОЗЕРАХ И ГРУНТЕ

К.П.Гайкович, Л.М.Снопик, А.В.Троицкий

Представлены результаты измерений теплового радиоизлучения нефтяной пленки на озерах и грунте, а также тонкого озерного льда на длинах волн 0,8 и 3 см с борта вертолета МИ-8, выполненных в районе нефтедобычи в Западной Сибири. Разработаны методы определения толщины нефтяной пленки и льда по данным измерений на основе эффекта интерференции теплового излучения в двухслойной среде.

1. ВВЕДЕНИЕ

В ряде работ (см., например, [1-12]) развита теория теплового радиоизлучения и выполнены экспериментальные исследования нефтяной пленки и льда на поверхности воды. Установлено, что сильная зависимость яркостных температур излучения от толщины верхнего слоя в таких двухслойных средах, обусловленная интерференцией переотраженного границей раздела теплового излучения, может быть использована для определения этого параметра из данных радиометрических измерений.

Впервые радиометрический метод контроля и определения толщины нефтяной пленки был применен для самолетных измерений процесса расплывания нефтяных пятен в море [10-11]. Наблюдаемый эффект проявлялся в сильной зависимости (контрасты более 100 К) яркостной температуры восходящего теплового радиоизлучения от толщины нефтяной пленки, что позволяет методом разрезов определять распределение толщины пленки и, следовательно, полную массу разлитой нефти, что невозможно сделать ни радиолокационным методом, ни с помощью измерений в ИК диапазоне.

Проблемами метода в морских условиях являются морское волнение, приводящее к сильной локальной неоднородности распределения нефти по толщине, а также к трудностям интерпретации данных с учетом влияния пены на излучательную способность. Самолетные измерения также имеют определенные недостатки. В первую очередь, это большая скорость полета, при которой масштабы пятна и характерных неоднородностей нефтяной пленки должны составлять не менее нескольких км, чтобы не заглаживались

характерные особенности распределения (время интегрирования радиометров обычно составляет 0,1 - 1 с).

В данной работе представлены результаты исследований нефтяных загрязнений на озерах и грунте в районе г. Нижневартовска по данным вертолетных измерений на длинах волн 0,8 и 3 см, выполненных по заказу НПО "Экология человека" для НГДУ Ласеганнефть, а также результаты выполненных одновременно измерений озерного льда. Частично результаты этих исследований докладывались в [13-14].

При измерениях нефтяных загрязнений в Западной Сибири радиометрическим методом нужно было учесть специфику условий. В этом случае характерные масштабы пятен составляют сотни метров и редко превосходят 1 - 2 км, что сильно затрудняет самолетные измерения. Именно поэтому был реализован вариант вертолетных измерений. Нефтяные пятна сосредоточены как в озерах, где нефть сосредотачивается во время весенних паводков, так и на грунте. С точки зрения алгоритмов обработки это приводит к необходимости расчетов для поверхностей с другими значениями диэлектрической проницаемости по сравнению с морской водой, а в случае с грунтом к необходимости оценки возможного влияния шероховатости поверхности на излучательную способность. Положительным моментом в рассматриваемом случае является отсутствие влияния волнения.

2. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

Радиометрический комплекс состоял из двух радиометров, принимающих тепловое радиоизлучение на длинах волн 0,8 и 3 см, а также системы двухканальной регистрации данных на магнитофон.

Параметры радиометра на 0,8 см:
чувствительность - 0,08 К
время интегрирования сигнала - 1 с
ширина диаграммы направленности
рупорно-скалярной антенны - 6 град

Параметры радиометра на 3 см :
чувствительность - 0,1 К
время интегрирования - 1 с
ширина диаграммы направленности
рупорной антенны - 20 град

Система регистрации данных на магнитофон осуществляла кодировку уровня выходного сигнала радиометра в сигнал звуковой частоты, записываемый в два канала стереомагнитофона с каждого из радиометров.

Было проведено два цикла измерений Северо-потокового месторождения с борта вертолета. Первый цикл проведен в конце мая 1992 г, а второй - в

начале октября 1992 г. Выбор времени измерений связан, в частности, с необходимостью по возможности точно учитывать температуру. В выбранные периоды года температура воды и воздуха находится около 0 С, особенно в озерах, частично покрытых льдом, что создает благоприятные условия для используемого метода калибровки.

Радиометры устанавливались в открытом люке на дне таким образом, что жестко закрепленные рупора антенн направлялись вертикально вниз и выступали за край дна вертолета.

Калибровка в ходе радиометрических измерений осуществлялась по естественным объектам, яркостная температура которых известна с хорошей точностью. В качестве таких объектов использовались густой хвойный лес, яркостная температура которого практически совпадает с температурой воздуха, и вода, яркостная температура которой примерно на 150 К ниже и которая может быть точно вычислена при известной температуре воды. Эти объекты определяли два уровня L_V и L_L с известными яркостными температурами T_V и T_L , по которым находилась яркостная температура T_Y измеряемой нефтяной пленки с уровнем сигнала :

$$T_Y = (T_L - T_V)/(L_L - L_V) (L - L_L) + T_L \quad (1)$$

Следует отметить, что основной вклад в общую погрешность измерений вносит именно погрешность калибровки, связанная с неточностью параметров T_L и T_V . Яркостная температура леса обычно близка к температуре воздуха, и, как показывают измерения, выполненные во время дождя [15], даже в этом случае вариации яркостной температуры леса не превосходят 3 К. Коэффициент отражения леса близок к 0 и подсветка нисходящего теплового радиоизлучения атмосферы практически не оказывает влияния. Яркостная температура восходящего теплового радиоизлучения водной поверхности также заведомо может быть вычислена с точностью лучше 1 К, однако большой коэффициент отражения (около 0,5) приводит к сильному влиянию на яркостную температуру принимаемого излучения переотраженного нисходящего теплового радиоизлучения атмосферы.

Яркостная температура нисходящего теплового радиоизлучения в безоблачную погоду составляет около 5 К на длине волны 3 см и 15 К на 0,8 см. Зная давление, температуру и влажность воздуха, можно с точностью не хуже 0,5 К на 3 см и 1,5 К на 0,8 см определить вклад атмосферной подсветки, что и предполагалось на первом этапе работы. Ситуация в облачную погоду представлялась трудной для анализа, поскольку в этом случае фон нисходящего излучения возрастает в несколько раз и трудно точно оценить его величину. Однако можно показать, что соотношение (1) сохраняет свою справедливость, если под яркостными температурами понимать собственное тепловое излучение подстилающей поверхности (именно оно в данном случае нас и интересует) без учета вклада

переотраженного излучения и при условии, что кинетические температуры воды и воздуха одинаковы. Тогда погрешности, вносимые переотраженным фоном, полностью компенсируются, а если эти температуры различаются, то погрешность составит

$$\delta T_{\text{я}} = T_{\Phi} R (t_{\text{л}} - t_{\text{в}}) / (t_{\text{в}} - T_{\Phi}), \quad (2)$$

где T_{Φ} - яркостная температура фона, R - коэффициент отражения измеряемой поверхности, $t_{\text{л}}$, $t_{\text{в}}$ - кинетическая температура воздуха (леса) и воды соответственно. Из (2) следует, что при величине $T_{\Phi} = 50 \text{ K}$ и разнице температуры воды и воздуха 10 K максимальная погрешность, реализующаяся при $R = 0,5$ составляет $2,5 \text{ K}$. Следует еще раз оговориться, что если ставится цель измерений яркостной температуры с учетом вклада переотраженного излучения атмосферы, нужно применять метод калибровки с точно известными яркостными температурами двух эталонных калибровочных объектов. В нашем же случае, где измеряемой величиной фактически является коэффициент отражения поверхности, используется пропорциональность искажения калибровочного масштаба, задаваемого (1), при добавлении постоянного фона атмосферного излучения.

Таким образом, разработанные методы анализа являются практически всепогодными. Важно отметить, что необходимым условием применимости (2) является неизменность условий на протяжении калибровки по чистой воде и измерений нефтяных пятен. С учетом всех отмеченных факторов погрешность измерений не превышала 5 K . Учитывая, что влияние нефти проявляется в контрастах в десятки и более 100 градусов, измерения при достигнутом уровне точности вполне информативны.

Измерения выполнялись двумя способами: методом зависания над местом загрязнения (для небольших нефтяных пятен), а также методом разрезов со скоростью 10 км/ч . Несколько параллельных разрезов с интервалом около 50 м в поперечном направлении позволяли получить картину распределения нефтяного загрязнения по поверхности. Скорость выбиралась из условия, чтобы смещение на расстояние, занимаемое пятном диаграммы направленности на земле, происходило за время, много большее времени интегрирования сигнала ($\tau = 1 \text{ с}$). Высота измерений обычно выбиралась как можно ближе к поверхности, чтобы увеличить пространственное разрешение при данной ширине диаграммы направленности, однако при слишком маленькой высоте поток воздуха от винта вертолета начинал разгонять нефтяную пленку. Поэтому измерения чаще всего выполнялись на высоте около 50 м . На этой высоте диаметр пятна диаграммы направленности на земле составлял $10 - 15 \text{ м}$ для радиометра на $0,8 \text{ см}$ и $25 - 30 \text{ м}$ - для 3 -сантиметрового, что обеспечивало необходимое разрешение, поскольку большинство нефтяных пятен имели масштаб $100 - 200 \text{ м}$.

3. МЕТОДИКА АНАЛИЗА

Метод определения толщины нефтяной пленки основан на зависимости от этого параметра яркостной температуры восходящего теплового излучения. В принципе, для определения толщины пленки достаточно измерений на одной длине волны, однако более оптимальным является использование двух или трех длин волн. Это связано с тем, что зависимость от толщины пленки является периодической, и начиная с некоторых ее значений результат интерпретации становится неоднозначным. Можно, конечно, выбрать достаточно большую длину волны, чтобы область неоднозначности начиналась за интервалом возможных значений толщины пленки, но при этом уменьшается точность при малых значениях толщины (зависимость $T_{\text{я}}(d)$ становится более плавной). Поэтому целесообразно использовать измерения на двух длинах волн, используя длинноволновый канал для исключения неоднозначности, а коротковолновый - для точной оценки толщины. Двухчастотные измерения удобно рассматривать в плоскости $T_{\text{я}}(0,8) - T_{\text{я}}(3)$. В этом случае два значения яркостных температур на двух длинах волн представляются точкой, а зависимость положения этой точки на плоскости от толщины пленки представляется кривой. Таким образом, наиболее простой метод определения толщины нефтяной пленки - это нанесение измеренных значений $T_{\text{я}}(0,8)$, $T_{\text{я}}(3)$ на плоскость в виде точки. При этом значение, которому соответствует ближайшая точка кривой, принимается за оценку толщины пленки d . Область однозначной оценки лежит в интервале толщин до 0,6 см; в более широкой области значений возможна неоднозначность оценки. Однако, если наблюдения проводятся методом разрезов и нефтяная пленка имеет плавное распределение по толщине, вместо одной точки на плоскости возникнет отрезок кривой, который будет соответствовать вполне определенному участку кривой на плоскости, что исключает неоднозначность интерпретации.

Опыт измерений показал, что наблюдаемые значения яркостных температур как правило не попадают на кривую, рассчитанную для чистой нефти. Имели место существенные отклонения в сторону увеличения на десятки градусов. Это обстоятельство можно было интерпретировать только с точки зрения наличия в веществе нефтяной пленки включений жидкой воды (и результаты последующего анализа взятых проб подтвердили это предположение), поскольку только вода из всех реально возможных включений имеет достаточно большие значения диэлектрических параметров, которые требуются, чтобы объяснить наблюдаемый эффект. Этот эффект наблюдался и в ходе морских измерений [10-11], где его появление объясняли влиянием морского волнения, взбивающего нефть и воду в водно-нефтяную эмульсию за характерное время порядка суток.

В рассматриваемом случае естественно предположить, что нефть на озерах с течением времени образует водно-нефтяную эмульсию под воздействием дождя, мелкие капли которого не могут просочиться из-за

влияния вязкости. Вязкость же возрастает со временем по мере того, как нефть теряет свои легкие фракции. Выполненные исследования показали, что этот эффект характерен для старых разливов и отсутствует в свежих случаях.

Учет влияния влажности, кардинально меняющей диэлектрическую проницаемость пленки, проводился на основе известного соотношения Клаузиуса-Мосотти для диэлектрической проницаемости смеси.

$$\frac{\varepsilon_m - 1}{\varepsilon_m + 2} = \frac{\varepsilon_B - 1}{\varepsilon_B + 2} (1 - f) + \frac{\varepsilon_B - 1}{\varepsilon_B + 2} f, \quad (3)$$

где ε_m , ε_n , ε_B - соответственно диэлектрические проницаемости смеси, нефти и воды, f - относительное объемное содержание воды в смеси. Соотношение (3) проверено экспериментально [10], однако более строгий подход с учетом рассеяния на каплях в водно-нефтяной эмульсии несомненно должен быть применен в дальнейших исследованиях, тем более, что условия формирования пленки на морях, озерах и грунте существенно различны.

Таким образом, возникла необходимость оценки по данным измерений еще одного параметра - относительного содержания жидкой воды в нефти, что возможно реализовать по данным двухчастотных измерений, потому что каждому значению влагосодержания соответствует своя кривая возможных значений точек на плоскости ($T_{я}(0,8)$, $T_{я}(3)$). Когда измерения проводятся методом разрезов и пленка нефти имеет вариации толщины, по получающемуся отрезку кривой на плоскости $T_{я}(0,8) - T_{я}(3)$ изменением величины влагосодержания f подбирается наиболее близкая в среднеквадратичном смысле теоретическая кривая и определяется как значение влагосодержания, так и распределение пленки по глубине вдоль трассы полета. Удалось установить также, что в случаях, когда толщина пленки не превышает $d = 0,2$ см, значения яркостных температур еще слабо зависят от влагосодержания.

Измерения нефтяных загрязнений на грунте выполнены в данной работе впервые. Методика, использованная для анализа нефтяных разливов на воде пригодна в принципе и в этом случае. Разница заключается главным образом в отличии значений диэлектрической проницаемости воды и грунта, которое приводит к меньшим значениям возможных контрастов яркостных температур в случае грунта, причем в зависимости от соотношения диэлектрических проницаемостей грунта и нефтяного загрязнения, которое также представляет собой водно-нефтяную эмульсию, наблюдаемый эффект может состоять и в увеличении и в уменьшении яркостных температур.

В [12] рассмотрено влияние на эту зависимость вариаций толщины пленки в пределах пятна диаграммы из-за неровности поверхности грунта. Предполагалось, что неоднородности толщины пленки площади пятна имеют нормальное распределение, характерный размер неоднородностей мал по сравнению с пятном диаграммы направленности, но велик по сравнению с

размером 1-й зоны Френеля (в данном случае 0,6 - 1,2 м). Установлено, что с ростом вариаций наблюдается сглаживание интерференционной картины, однако эффект проявляется существенным образом лишь при величинах вариаций порядка 30% от среднего значения и при значениях средней толщины более 0,5 см.

Для случая пленки чистой нефти на грунте с типичными значениями диэлектрической проницаемости влияние пленки приводит к росту яркостных температур теплового радиоизлучения, однако для водно-нефтяной эмульсии может наблюдаться их уменьшение. Определения толщины нефтяной пленки на грунте предполагает предварительное определение диэлектрической проницаемости грунта (по крайней мере реальной части диэлектрической проницаемости), что возможно выполнить при измерениях методом разрезов по наблюдаемым яркостным температурам грунта. Однако, не всегда можно быть уверенным, что параметры грунта вне пятна соответствуют таковым в области пятна. Кроме того, возрастают возможные погрешности, связанные с трудностями оценки роли процесса рассеяния теплового радиоизлучения на шероховатостях грунта. Подобные измерения и попытка их интерпретации выполнена в данной работе впервые и обнаружены определенные перспективы дальнейшего применения радиометрического метода. Результаты определения толщины пленки на грунте с учетом изложенного следует рассматривать, конечно, как интерпретацию в рамках принятой модели.

В ходе работы по измерению нефтяных загрязнений параллельно были выполнены измерения тонкого озерного льда в весеннем цикле и свежего однодневного льда в осеннем цикле. Задача определения толщины льда полностью эквивалентна задаче определения толщины чистой нефтяной пленки. Разница состоит в небольшом отличии значений диэлектрической проницаемости.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

На рис.1 изложенный выше метод анализа демонстрируется на примере с использованием данных измерений на двух длинах волн в одной точке при зависании вертолета над озером со свежим разлитием нефти.

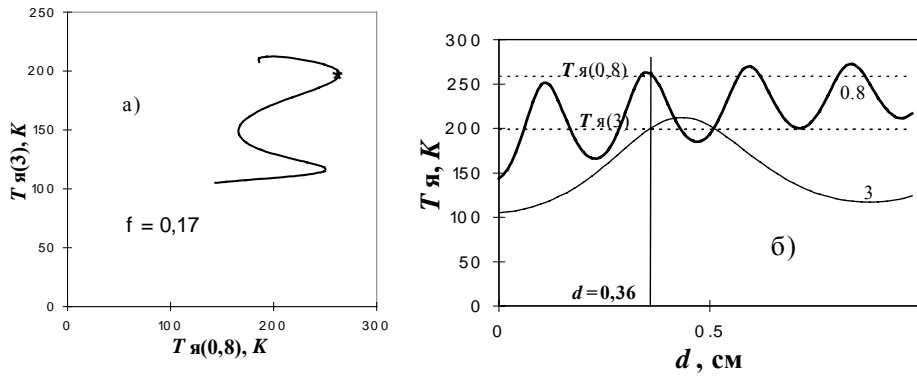


Рис.1. Двухчастотный метод определения толщины нефтяной пленки и влагосодержания в водно-нефтяной эмульсии.

На рис.1а звездочкой выведена точка, соответствующая измеренным значениям $T_{я(0,8)}$, $T_{я(3)}$. Эту точку пересекает при значении влагосодержания $f = 0,17$ кривая возможных значений точек $(T_{я(0,8)}, T_{я(3)})$. На рис.1б приведены квазипериодические расчетные зависимости $T_{я}(d)$ для этих двух длин волн. Вертикальной прямой показано решение задачи - значение $d = 0,36$ см, а горизонтальными пунктирными - измеренные значения $T_{я(0,8)}$, $T_{я(3)}$, которые при этом значении d пересекают расчетные зависимости.

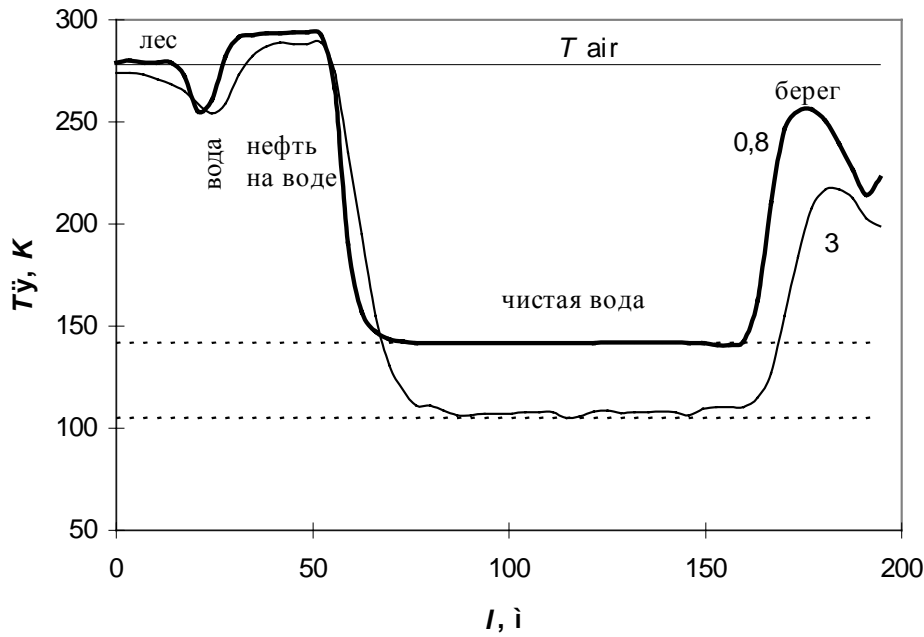


Рис.2. Разрез озера с нефтяным пятном, разогретым солнцем.

В случае, представленном на рис.2, наблюдался "парниковый эффект" разогревания солнечным излучением поверхностного слоя, покрытого нефтью, что можно видеть по превышению яркостной температурой на длине волны 0,8 см калибровочного уровня леса (температуры воздуха T_{air}) на величину около 20 K, которое наблюдалось при температуре воздуха 6 С и воды 2 С. Этот эффект при большом масштабе загрязнений может иметь определенные экологические последствия в смысле изменения температурного режима. Эффект по-видимому связан с тем обстоятельством, что солнечное излучение поглощается в непрозрачном (и достаточно толстом) поверхностном слое старой нефти при одновременном прекращении оттока тепла от водной поверхности, обусловленного испарением.

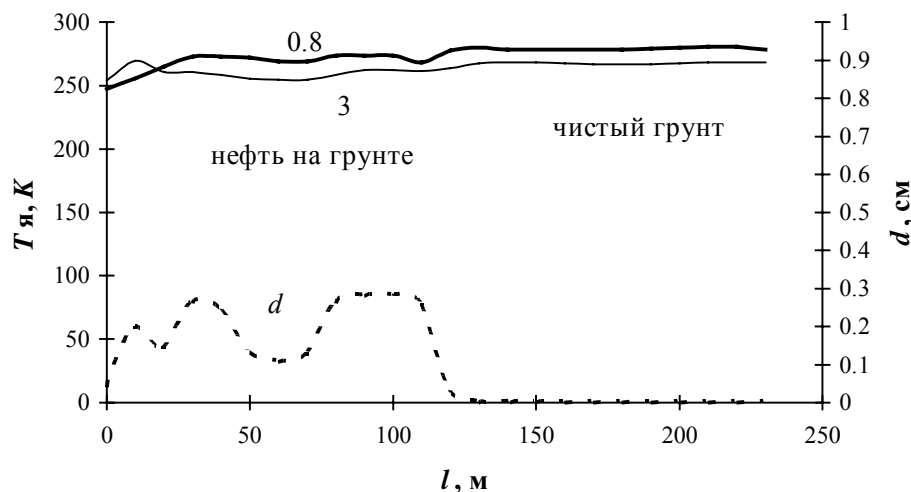


Рис.3. Разрез нефтяного загрязнения на грунте.

На рис.3 представлены результаты для нефтяных загрязнений на сухом грунте. Можно видеть, что переход с загрязненного участка на чистый грунт (песчаный) приводит к заметному скачку яркостных температур. Характерная толщина слоя нефти соответствует данным наземных измерений (в одной точке).

Полную информацию о распределении по толщине и полной массе в нефтяном пятне можно получить только методом множественных разрезов пятна. При этом возможно восстановить распределение пленки по толщине в виде поверхности в трехмерном пространстве. На рис.4-5 представлено 3-мерное распределение яркостных температур на длинах волн 0,8 см и 3 см на озере с нефтяным пятном, которое можно видеть как возвышенную часть

распределений, а на рис.6 - распределение восстановленной по этим данным толщины нефтяной пленки. Более плавные переходы на границах раздела нефть-вода имеют место на длине волны 3 см, что обусловлено большей шириной диаграммы направленности по сравнению с измерениями на 0,8 см.

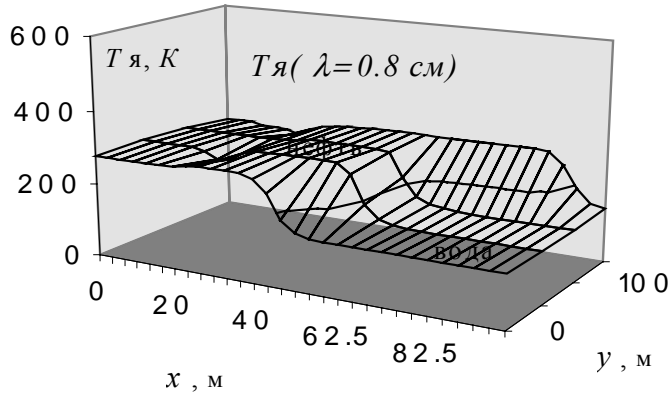


Рис.4. Радиояркое распределение озера с нефтью на 0,8 см.

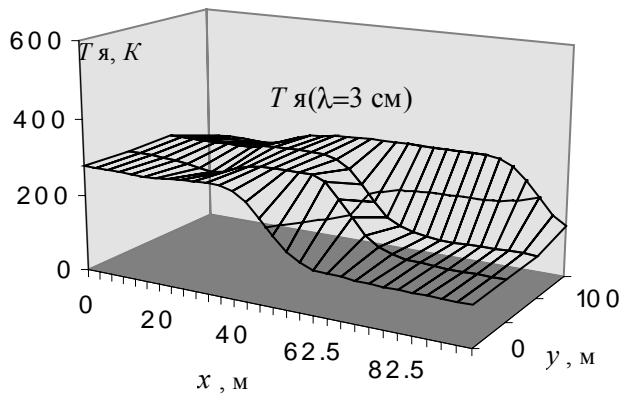


Рис.5. Радиояркое распределение озера с нефтью на 3 см.

Несмотря на небольшое число пролетов, использованных для восстановления распределения толщины нефтяной пленки по поверхности озера на рис.6, можно видеть характерные особенности нефтяного пятна: его резкую границу с чистой водой и его наиболее плотную часть, где

сосредоточена основная масса разлитой нефти. На основе этих данных легко вычислить полную массу нефти в озере, которая составила 39 м^3 .

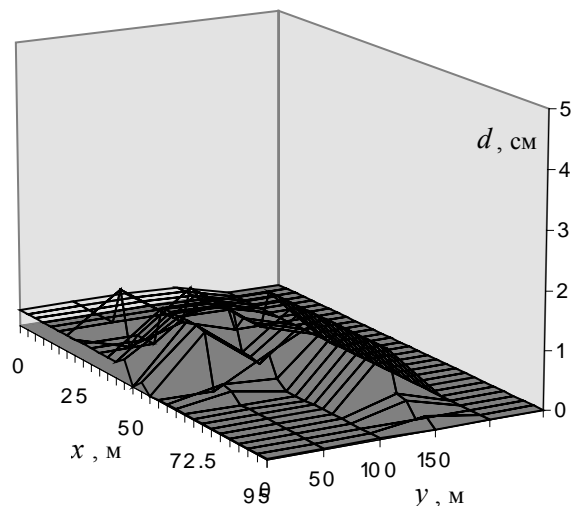
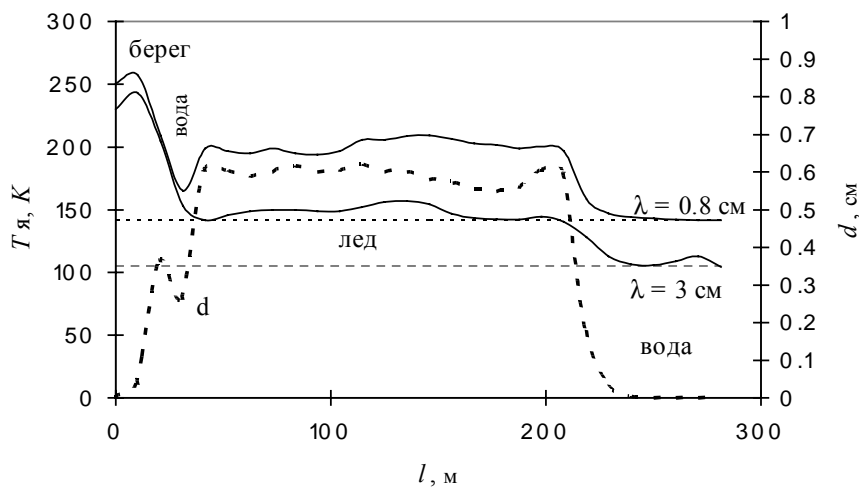


Рис.6. Распределение толщины пленки нефти на озере, определенное по данным радиометрических измерений, представленным на рис.4-5.

На рис.7 представлены результаты радиометрических измерений озера с тонким весенним льдом и восстановления его толщины d по этим данным.

Рис.7. Радиометрическое определение толщины озерного льда (разрез поперек



озера, пунктир).

Для этого случая измерения на двух длинах волн согласуются при предположении уровня погрешности не менее 15 К, что по-видимому объясняется влиянием рассеяния в коротковолновом канале. При обработке данных осенних измерений однодневного льда, прозрачного даже в оптическом диапазоне, вторая длина волны является излишней. Результаты показали перспективность вертолетных измерений на реках и озерах при малых толщинах льда, например, с целью определения проходимости водоемов, т.к. при малых толщинах трудности применения радиолокационного метода возрастают.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе впервые выполнены вертолетные радиометрические измерения пятен нефти на пресноводных озерах и грунте, а также тонкого озерного льда. Разработаны методы определения толщины, степени со держания воды и полной массы нефти по радиояркостным температурам восходящего теплового излучения на длинах волн 0,8 и 3 см; получено восстановление 3-мерной структуры пленки нефти. Обнаружен эффект солнечного разогрева нефтяной пленки.

Представляется возможным усовершенствовать развитые методы на основе более широкого использования данных наземных измерений, лабораторных исследований формирования теплового излучения в двухслойных структурах нефть-грунт и нефть-вода. Целесообразно дополнение радиометрической системы радиометрами еще на двух длинах волн: одного на 0,5 см для измерения температуры поверхности (в центре линии кислородного поглощения, где компенсируются отражающие свойства грунта), и на второго - в интервале 9-13 см для расширения диапазона однозначно определяемой толщины и влагосодержания в нефтяной пленке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев К.Я., Меленьтьев В.В., Назаркин В.А. Космическая дистанционная индикация акваторий и водосбросов. С-Пб: Гидрометеоиздат, 1992.
2. Гурвич А.С., Егоров С.Т.// Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1986, т.2, N 3, с.305-308.
3. Нельсон-Смит А. Нефть и экология моря. М.: Прогресс, 1977.
4. Глотов А.А., Матвеев Д.Т.,Мировский В.Г. и др.// Метеорология и гидрология, 1975, N 6, с.90-93.
5. Богородский В.В., Кондратьев К.Я., Рабинович Ю.И. и др.// Труды ГГО, 1976, вып.371, Ленинград: Гидрометеоиздат, с.22-36.
6. Беспалова Е.А., Меленьтьев В.В., Рабинович Ю.И., Эткин В.С., Ширяева Т.А.// Труды ГГО, 1976, вып.371, Ленинград: Гидрометеоиздат, с.37-42.

7. Беспалова Е.А., Милицкий Ю.А., Покровская И.В. и др.// Метеорология и гидрология, 1973, N 10, с.71-76.
8. Беспалова Е.А., Веселов Е.М., Воляк К.И. и др.// Водные ресурсы, 1983, N 1, с.154-162.
9. Митник Л.М.// Водные ресурсы, 1974, N 2, с.180 - 186.
10. Skou N.// IEEE Trans.Geosci.Remote Sensing, 1986, v.GE-23, No.3, p.360-367.
11. Laaperi A.// IGARSS-83: Remote Sens.; Extend. Man's Horiz (San Francisco, Calif., 31 Aug. - 2 Sept., 1983), v.2, Digest., New York, N.Y., 1983, FA6, p.6/1-6/5.
12. Гайкович К.П.// Тезисы докл. 2-й Научной конф. "Применение дистанционных радиофизических методов в исследованиях природной среды"(7-9 июля 1992г, г.Муром), М: ИРЭ РАН, 1992, с.22- 23.
13. Gaikovich K.P., Troitsky A.V., Snopik L.M.// 24-th General Assambly of U.R.S.I., Kioto, Japan, 1993, p.237.
14. Gaikovich K.P., Troitsky A.V., Snopik L.M.//24-th General Assambly of U.R.S.I., Kioto, Japan, 1993, p.225.
15. Бирюков А.Г., Гайкович К.П., Дахов В.М., Снопик Л.М., Троицкий А.В.// Тезисы докл. Всесоюзн. школы "Дистанционные радиофизические методы исследования природной среды" (16-23 сент., г. Барнаул), Барнаул, 1991, Алтайский госуниверситет, с. 42-43.

Научно-исследовательский
радиофизический институт

Поступила в редакцию
2 февраля 1995 года

**HELICOPTER RADIOMETER MEASUREMENTS OF THIN LAKE ICE AND OIL
SPILLS ON LAKES AND SOIL.**

K.P.Gaikovich, L.M.Snopic, A.V.Troitsky

Results of thermal radioemission measurements of oil spills on lakes and soil and of thin lake ice performed at wavelengths 0,8 and 3 cm from helicopter MI-8 for oil fields in West Siberia are presented. Methods of oil and ice depth determination by measurements data based on the effect of thermal radioemission interference in two-layered medium have been worked out.