

Д.В. Власов, Д.Ю. Ципенюк, С.К. Вартапетов, В.С. Букреев, А.З. Обидин

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСИМЕРНОГО Кг—F-ЛАЗЕРА В ЛИДАРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ДЕТЕКТИРОВАНИЮ НЕФТЯНЫХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Измерены спектры люминесценции нескольких сортов нефти и бензина Б-70 в области длин волн 250 ... 350 нм, возбужденные эксимерным Кг—F-лазером. Показано, что в этой области также существует люминесценция таких веществ, форма спектра люминесценции разных сортов нефти различна. Полученные результаты указывают на возможность дистанционного лазерного зондирования загрязненной водной поверхности в дневное время в данном диапазоне длин волн.

Одной из актуальных проблем лазерного дистанционного зондирования является проведение работ в дневное время при наличии мощного солнечного фонового излучения. Обычные методы снижения уровня солнечной подсветки за счет сужения спектральной полосы приемника не годятся для регистрации широкополосных спектров люминесценции нефтепродуктов. Возможное решение этой проблемы — использование солнечно-слепой области спектра 220 ... 300 нм. Как известно, поток солнечной радиации в диапазоне 200 ... 300 нм в основном определяется полосой поглощения Хартли озона и составляет в районе 300 нм около 10^{10} ф/см² · с, что более чем в 10^4 раз меньше, чем в области 400 нм. Поэтому работа в этом спектральном диапазоне позволяет значительно уменьшить фоновые засветки от солнечного излучения, а применение стробирования фотоприемника стробом 1 ... 10 нс, что вполне реально, дает выигрыш еще на 8—9 порядков.

В данной статье мы исследовали спектры люминесценции бензина и различных сортов нефти под воздействием эксимерного Кг—F-лазера. Длина волны излучения этого лазера составляет 248,5 нм, что позволяет проводить исследования в вышеуказанной солнечно-слепой области спектра. Выбор объекта обусловлен тем, что нефтяные загрязнения являются одними из наиболее часто встречающихся загрязнений природных вод и проблеме их идентификации и картированию лидарными методами посвящено большое число работ, например, [1—4].

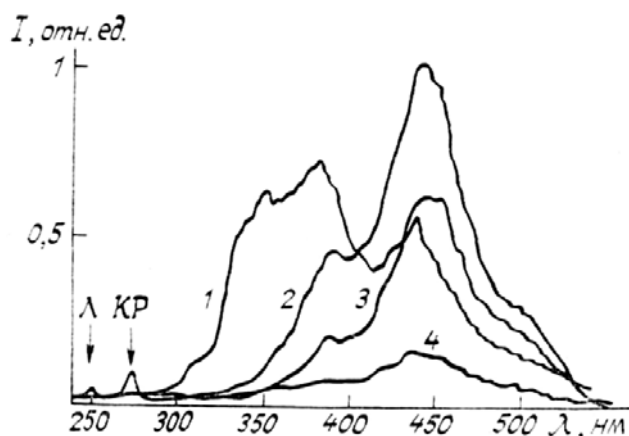


Рис. 1. Спектры люминесценции бензина Б-70 (1), двух сортов нефти из Каспийского моря (2, 3) и воды (4) в диапазоне длин волн 250 ... 500 нм, на которых видны линии лазерного излучения (Л) и комбинационного рассеяния в воде (КР)



Рис. 2. Спектры люминесценции сырой нефти из района Каспийского моря (1, 3) и бензина (2) в диапазоне длин волн 260 ... 350 нм, нормированные на максимум

Для исследований использовался эксимерный лазер (модель 1701) в режиме генерации импульсов излучения с энергией 60 мДж, длительностью импульса 12 нс, частотой повторения 8 Гц. Лазерный пучок направлялся по нормали к поверхности воды, сигнал от образца регистрировался под небольшим углом относительно нормали, что позволило избежать попадания отраженного от поверхности лазерного излучения на приемную оптическую систему. Излучение объекта фокусировалось на

входную щель (ширина ее 100 мкм) полихроматора, сопряженного с детектором оптического многоканального анализатора OSA со сменными дифракционными решетками. Перед щелью устанавливался фильтр для подавления рассеянного лазерного излучения. Исследовались спектры люминесценции 4-х образцов нефти и бензина Б-70, для чего несколько капель этих веществ наносились на поверхность дистиллированной воды, толщина пленок составляла 1–1,5 мкм, глубина воды в сосуде — 13 см. Образцы нефти взяты из различных месторождений Каспийского моря. На рис. 1 приведены спектры люминесценции воды, на поверхности которой имеются пленки бензина и различных сортов нефти, в диапазоне длин волн 250 ... 500 нм. Использовалась решетка 150 штрихов на мм. Как видно из рис. 1, люминесценция образцов в основном происходит в диапазоне 300 ... 500 нм, причем спектры люминесценции различных сортов нефти мало отличаются по форме, хотя у легких ее фракций, в частности, у бензина, спектр смещен в более коротковолновую область. Аналогичные результаты получены и в [5]. В интересующей нас области спектра интенсивность люминесценции падает более чем на порядок и практически не изучалась. Хотя в данной области спектра и наблюдается значительное уменьшение интенсивности люминесценции, тем не менее существенное ослабление атмосферой фонового солнечного излучения дает выигрыш в отношении сигнал-шум по сравнению с областью 330 ... 500 нм. На рис. 1 видны линии комбинационного рассеяния (КР) воды (273,3 нм) и ослабленная фильтром линия лазера, что обеспечивает калибровку полученных спектров по длинам волн. Кроме того, на спектрах «чистой» дистиллированной воды и воды с бензиновой пленкой на поверхности видна люминесценция растворенных органических веществ (РОВ), с неизбежностью присутствующих практически в любой воде.

На рис. 2 показаны спектры люминесценции этих веществ, снятые с дифракционной решеткой большего разрешения (600 штрихов на мм) в диапазоне длин волн 260 ... 325 нм. Для удобства сравнения результатов различных измерений спектры нормированы по максимальной интенсивности линий. Кроме того, в приведенных спектрах введены поправки на зависимость коэффициента пропускания фильтров от длины волны. Из рис. 2 видно, что, несмотря на достаточно резкое уменьшение интенсивности люминесценции по сравнению с областью 350 ... 500 нм, во-первых, и в этой области длин волн имеются люминесценция нефти, а также, во-вторых, различия спектров излучения разных сортов нефти. Как видно, наибольшее различие спектров, как и во всем исследуемом диапазоне, наблюдается в солнечно-слепой области между бензином (легкими фракциями нефти) и сырой нефтью. Следует также отметить, что линия КР видна только у бензина, так как через пленку сырой нефти излучение от воды проходит крайне слабо.

Полученные нами спектры люминесценции нефти в диапазоне 260 ... 325 нм позволяют надеяться, что использование эксимерных лазеров в лидарах даст возможность проводить исследования акваторий в дневное время.

1. Measures R.M., Houston W.R., Stephenson D.G. //Opt. Eng. 1974. V. 13. № 6. P. 494–501.
2. Burlamacchi P., Giovanna C., Mazzinghi P., Pantani L. //Appl. Opt. 1983. V. 22. № 1. P. 48–52.
3. Hoge F.E., Swift R.N. //Appl. Opt. 1980. V. 19. P. 3269.
4. Бункин А.Ф., Власов Д.В., Миркамилов Д.М. Физические основы лазерного аэрозондирования поверхности земли. Ташкент: Фан, 1987.
5. Оменетто Н. Аналитическая лазерная спектроскопия. М.: Мир, 1982. С. 427.

Институт общей физики АН СССР,
Москва

Поступило в редакцию
11 июля 1990 г.

D.V. Vlasov, D.Yu. Tsipenyuk, S.K. Vartapetov, V.S. Bukreev,
A.Z. Obidin. **Investigation of Eximer Laser Possibilities for Detecting in Lidar Experiments Oil-Films on the Water Surface.**

The paper presents the luminescence spectra of several oils and benzene B-70 in the wave length range 250–350 nm excited by Kr–F eximer laser. It is shown that remarkable luminescence of these substances exists in this region and different kinds of oils have rather different spectra. The results obtained point out possibilities of the remote sensing of the oil-films on the water surface in the day-time.