

# ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАДИОМЕТРА VIIRS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЛАЧНОСТИ В НОЧНОЕ ВРЕМЯ СУТОК

Я.К. Митрофаненко, А.В. Скороходов

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск

yana-910@yandex.ru, vazime@yandex.ru

Глобальное поле облачности является одним из основных составляющих климатической системы Земли. Облака принимают непосредственное участие во многих процессах, происходящих на планете: гидрологическом цикле, радиационном переносе, самоочищении атмосферы, прохождении электромагнитных волн и других. В настоящее время наиболее неопределенной является роль облачности в тепловом балансе Земли. С одной стороны, усиление парникового эффекта, наблюдаемое уже несколько десятилетий, может привести к уменьшению относительной влажности, а впоследствии - к сокращению числа облаков. А с другой, глобальное потепление способствует увеличению испаряемости и росту общей облачности. Таким образом, облака являются своеобразными маркерами происходящих климатических изменений. Однако структура глобального поля облачности неоднородна. Современная классификация разделяет облака на 27 разновидностей, включая 10 основных форм облачности, их подтипы и некоторые сочетания. При этом одни типы облаков могут отражать солнечное излучение назад в космическое, другие - поглощать его, третьи - рассеивать. Кроме этого, облачность препятствует выхолаживанию подстилающей поверхности в зимнее время года и удерживает длинноволновую радиацию в тропосфере.

В настоящее время для улучшения понимания роли облаков в происходящих климатических изменениях широко применяются методы математического моделирования. Основным недостатком существующих моделей является их низкое пространственное и временное разрешение. Для их улучшения необходимо привлекать информацию о процессах, происходящих в системе «атмосфера - подстилающая поверхность», в подсеточном масштабе. Основным источником информации о глобальном поле облачности в настоящее время являются результаты спутниковой съемки. При этом используются как геостационарные аппараты, так и полярно-орбитальные. Первые из них выделяются высокой периодичностью съемки, пространственное разрешение которой значительно ухудшается при приближении к полюсам. Системы второго типа обладают большим набором спектральных каналов, а также более высоким пространственным разрешением. При этом находящиеся на орбите полярно-орбитальные спутники позволяют покрывать поверхность Земли снимками каждый час. Однако для систем обоих типов актуальным является интерпретация данных, полученных в ночное время суток. Так, различные типы облачности имеют сходные характеристики ИК диапазоне спектра.

С 2012 года на борту спутника Suomi-NPP, а с 2017 - и на JPSS-1 (NOAA-20) функционирует радиометр VIIRS, являющийся приемником аппарата MODIS. В табл. 1 приведены характеристики каналов двух указанных систем. Отличительной особенностью VIIRS является наличие канала DNB (day/night band), который за счет датчиков низкого уровня освещенности позволяет регистрировать отраженное излучение слабых источников света в видимом диапазоне спектра. Такими источниками являются луна, атмосфера Земли, звезды, города и другие. При этом пространственное разрешение съемки постоянно по всей 3000-километровой полосе съемки при отсутствии «эффекта бабочки». Следовательно DNB канал расширяет возможности исследования различных объектов путем применения подходов к обработке данных видимого диапазона спектра. Одними из таких объектов являются облака, информация о текстуре которых является одним из ключевых признаков их классификации по типам.

На рис. 1 показаны фрагменты снимков Томской области, полученные 17.06.2019 г. в полнолуние (рис. 1а) и 02.03.2019 г. в фазе старой луны (рис. 1б) по данным DNB канала сенсора VIIRS. Следует отметить, что пролеты указанных выше спутников хорошо согласуются со временем регистрации данных на метеостанциях РФ в ночное время. Это позволило сформировать наборы обучающих и тестовых образцов для 16 разновидностей облачности, использованных нами ранее для ее классификации. На рис. 2 представлены изображения VIIRS и MODIS для некоторых типов облаков нижнего, среднего и верхнего ярусов, а также облаков вертикального развития. Показанные примеры демонстрируют различимость текстур на DNB снимках VIIRS.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-71-00049.

Таблица 1 - Эквивалентные каналы MODIS и VIIRS

VIIRS			MODIS		
Канал	Диапазон, мкм	Разрешение, м	Канал	Диапазон, мкм	Разрешение, м
M1	0.402 - 0.422	750	8	0.405 - 0.420	1000
M2	0.436 - 0.454	750	9	0.438 - 0.448	1000
M3	0.478 - 0.498	750	3	0.459 - 0.479	500
			10	0.483 - 0.493	1000
M4	0.545 - 0.565	750	4	0.545 - 0.565	500
			12	0.546 - 0.556	1000
I1	0.600 - 0.680	375	1	0.620 - 0.670	250
M5	0.662 - 0.682	750	13	0.662 - 0.672	1000
			14	0.673 - 0.683	1000
M6	0.739 - 0.754	750	15	0.743 - 0.753	1000
I2	0.846 - 0.885	375	2	0.841 - 0.876	250
M7		750	16	0.862 - 0.877	1000
M8	1.230 - 1.250	750	5	1.230 - 1.250	500
M9	1.371 - 1.386	750	26	1.360 - 1.390	1000
I3	1.580 - 1.640	375	6	1.628 - 1.652	500
M10		750			
M11	2.225 - 2.275	750	7	2.105 - 2.155	500
I4	3.550 - 3.930	375	20	3.660 - 3.840	1000
M12	3.660 - 3.840	750			
M13	3.973 - 4.128	750	21 и 22	3.929 - 3.989	1000
M14	8.400 - 8.700	750	29	8.400 - 8.700	1000
M15	10.263 - 11.263	750	31	10.780 - 11.280	1000
			31	10.780 - 11.280	1000
I5	10.500 - 12.400	375	32	11.770 - 12.270	1000
			32	11.770 - 12.270	1000
M16	11.538 - 12.488	750	32	11.770 - 12.270	1000
Неэквивалентные каналы					
DNB	0.500 - 0.900	750	33 - 36	13.185 - 14.385	1000

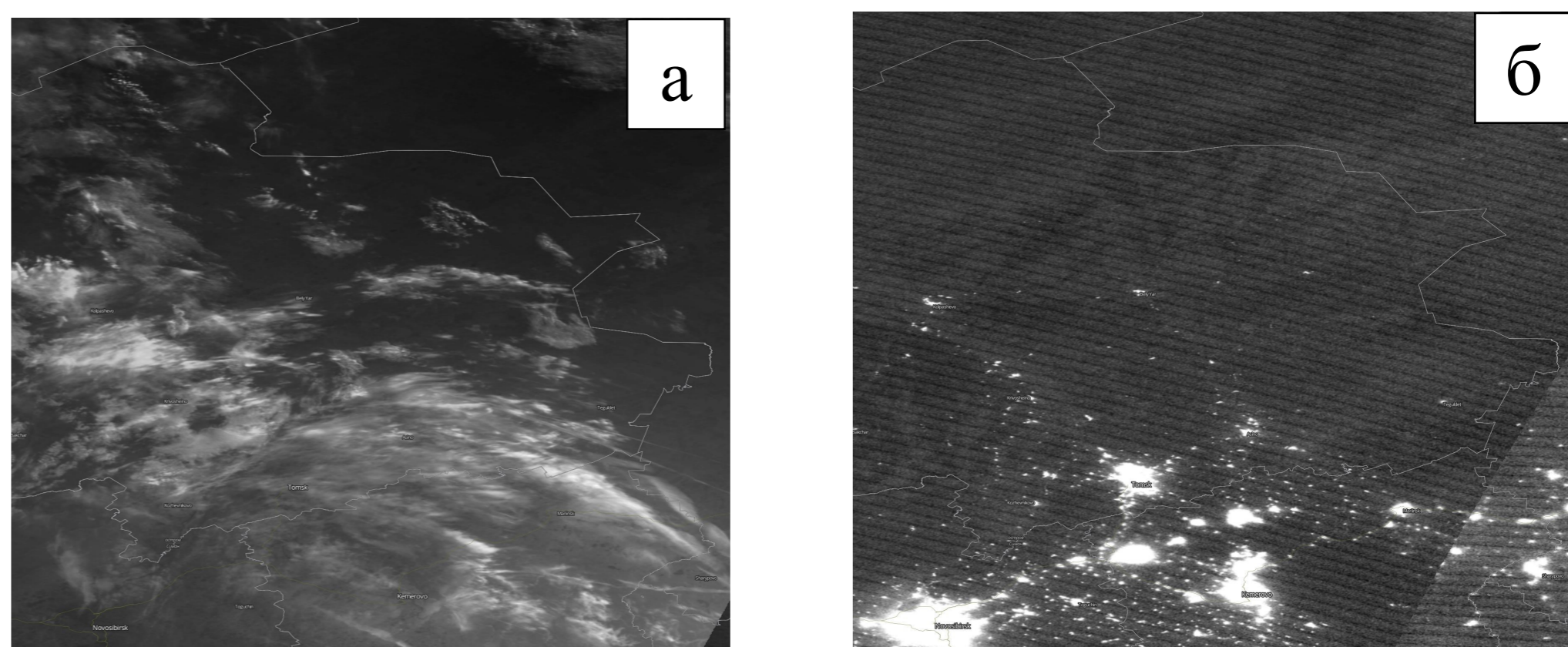


Рис. 1. DNB изображения Томской области полученные 17.06.2019 г. в полнолуние (а) и 02.03.2019 г. в фазе старой луны (б)

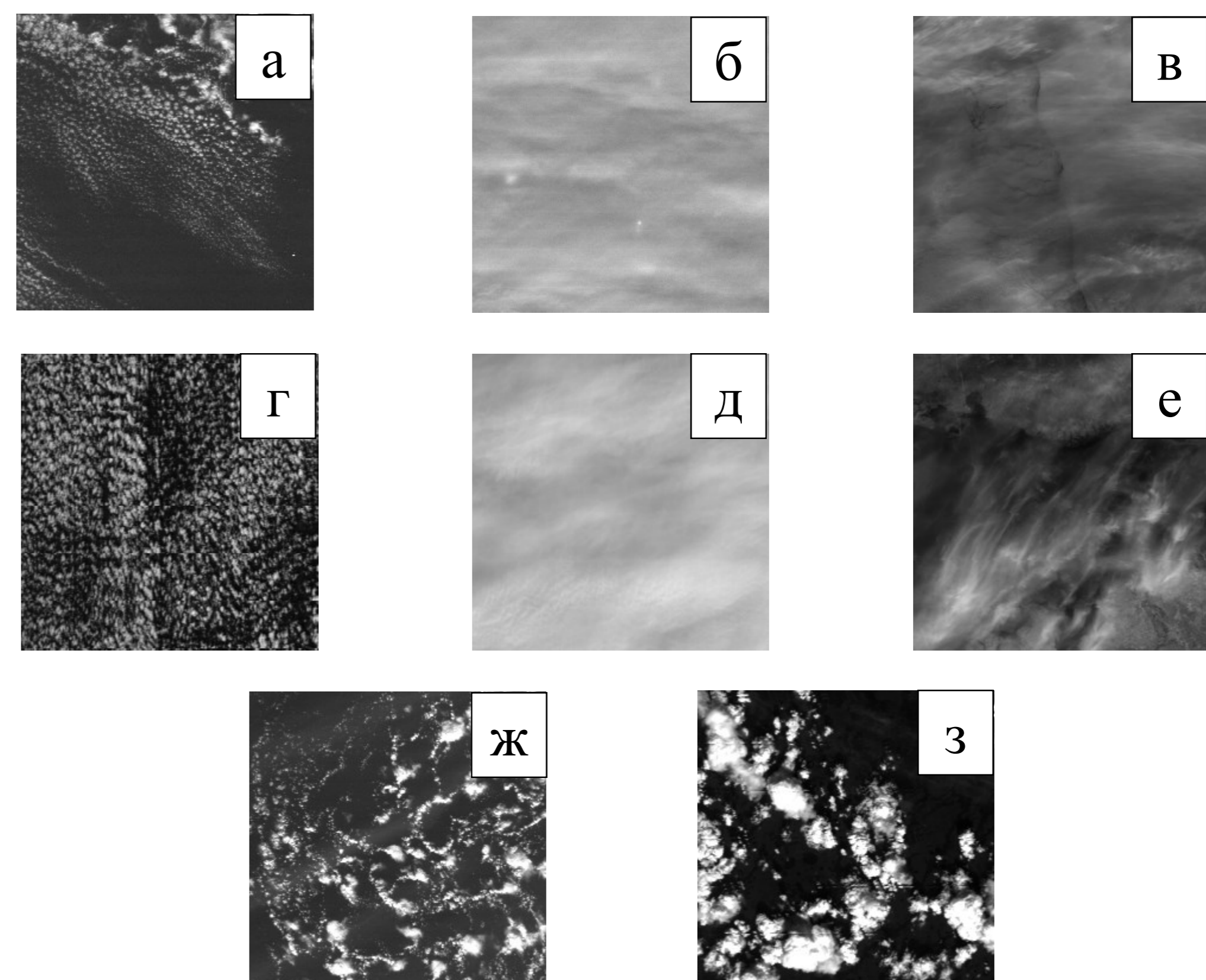


Рис. 2. Фрагменты спутниковых снимков VIIRS (а, б, в и ж) по данным DNB канала и MODIS (г, д, е и з) по данным 1-го канала следующих типов облачности: слоисто-кучевой (Sc suf), высокослоистой (As), перистой (Ci fib) и кучевой (Cu cong) соответственно