

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ БЕЗОПАСНУЮ РАБОТУ ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Дешифрирование серии снимков с изображением участков местности, покрытой туманом, позволило выявить принципы распознавания природных сред при создании помех атмосферными явлениями, что позволяет существенно улучшить качество дешифрирования. Разработанная технология приведет к значительному снижению затрат на улучшение качества работы метеостанций аэропортов и предотвращению многочисленных аварий различных видов транспорта.

Ключевые слова: туман; дистанционное зондирование Земли; дешифрирование; электромагнитное излучение; длина волны.

Транспорт – отрасль народного хозяйства, функционирование которой находится в большой зависимости от погодных условий. Метеорологические условия оказывают решающее влияние не только на экономические показатели работы транспортных средств, но и на безопасность движения. Нередки крупные автомобильные аварии, происходящие вследствие ограниченной видимости в тумане.

В Дальневосточном регионе, расположенном в зоне перехода от крупнейшего Евразийского континента к крупнейшему океану – Тихому, протекают атмосферные процессы, связанные с различием температур морских и континентальных воздушных масс. При этом в зонах соприкосновения воздушных масс теплый и влажный воздух, охлаждаясь, достигает состояния насыщения и образуются облака или туман. В настоящее время обеспечение безопасного движения различного вида транспорта является задачей первостепенной важности. Необходимо усовершенствовать систему мониторинга за такими метеорологическими явлениями, как туманные образования, используя не только данные гидрометеорологических станций, но и данные, полученные с искусственных спутников Земли и возможности ГИС-технологий.

Одной из особенностей Сахалинского климата является высокая относительная влажность воздуха, наибольших значений она достигает зимой и летом. Летом, даже в середине дня, средняя относительная влажность составляет около 75–80%, с чем и связаны продолжительные туманы, которые могут сохраняться непрерывно в течение нескольких суток [1. С. 15].

Особенно высокая относительная влажность наблюдается на восточном побережье о-ва Сахалин (Пограничное, мыс Терпения), где среднее ее значение в 13 часов в июле составляет 86%.

Засушливые дни, когда влажность может опускаться до 30% и ниже, на Сахалине крайне редки.

Суточный ход относительной влажности воздуха зимой, в центральной части острова Сахалин, слабо выражен, летом он становится заметнее, наибольшие амплитуды влажности наблюдаются осенью и весной. Однако на восточном побережье (район Пограничного и к югу от него), на северных побережьях заливов Терпения и Анива суточная амплитуда относительной влажности зимой больше, чем летом. В центральной части Тымь-Поронайской низменности наибольшие суточные колебания относительной влажности наблюдаются летом [2–6].

Для изучения режима туманов были отобраны архивные данные о метеорологических параметрах состояния атмосферы о-ва Сахалин и Курильских островов. Гидрометеорологические данные были взяты с сайта www.gr5.ru. Была проведена выборка архивных данных за период с марта 2005 г. по декабрь 2008 г. Территория о-ва Сахалин была разделена на восточное и западное побережья. Отдельно выделены центральные районы. Выборка информации о туманах была сделана по 25 ГМС Сахалинской области.

Анализ гидрометеорологических данных показал, что наибольшее число дней с туманами за год наблюдается на восточном побережье, подверженном непосредственному воздействию нижних слоев морского воздуха, охлажденных над водными поверхностями холодного Охотского моря. Количество дней с туманами возрастает с юга на север от 30 до 85 дней в год (рис. 1), продолжительность туманов в часах за год представлена в табл. 1.

На западном побережье туманы часто наблюдаются в центральной и южной частях побережья в результате защитного действия горных хребтов, а также более высокой температуры воды в Татарском проливе, число дней с туманом резко сокращается от 1 до 20 дней в год (рис. 2).

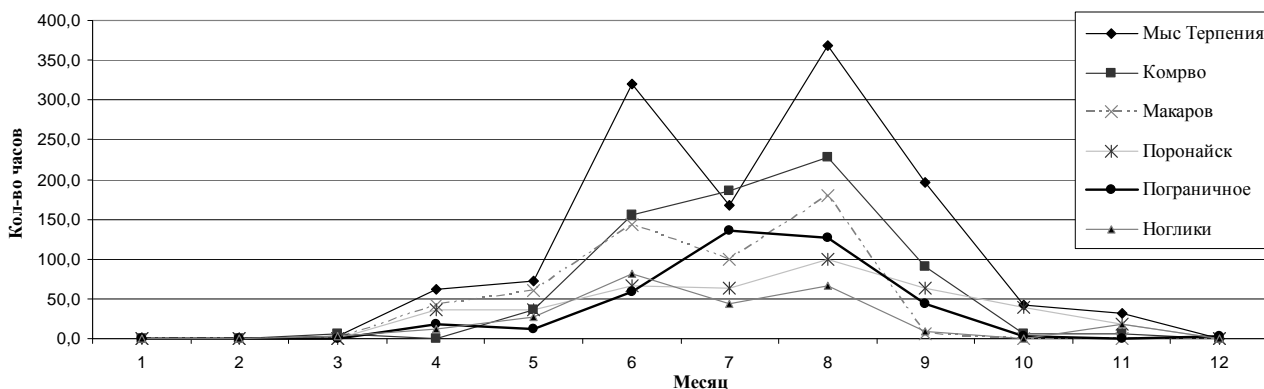


Рис. 1. Количество часов с туманами за год на восточном побережье о. Сахалин в 2008 г.

Количество часов с туманами за год на метеорологических станциях Сахалинской области в 2008 г.

Восточное побережье	Кол-во часов с туманами за год	Западное побережье	Кол-во часов с туманами за год	Долины	Кол-во часов с туманами за год	Курильские острова	Кол-во часов с туманами за год
Мыс Терпения	1262,9	Ильинский	192,4	Вал	534,5	Южно-Курильск	818,7
Комрво	714,0	Углегорск	156,0	Оха	368,5	Малокурильск	652,0
Макаров	531,0	Погиби	95,0	Южно-Сахалинск	331,7	Северо-Курильск	725,7
Поронайск	421,0	Пильво	81,0	Онор	248,8	Курильск	186,0
Пограничное	401,0	Холмск	42,0	Долинск	247,9		
Ноглики	260,0	Александровск-Сахалинский	39,0	Тымовск	126,0		
		Невельск	33,0				

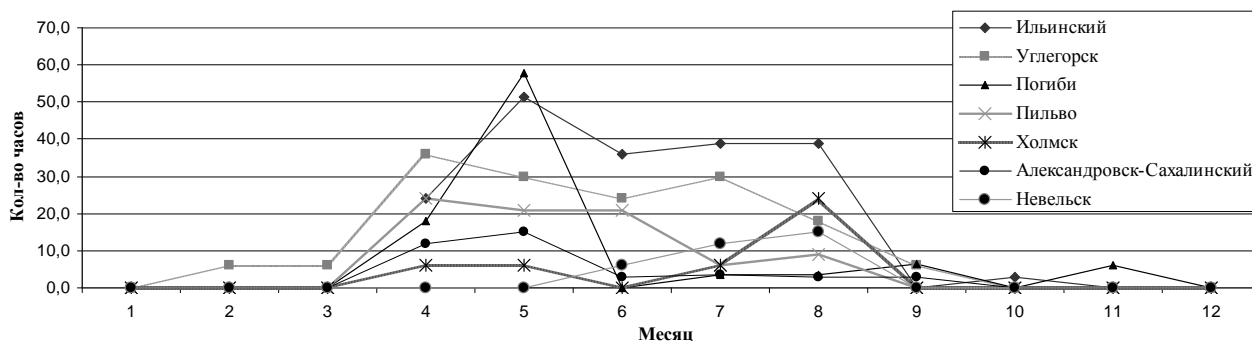


Рис. 2. Количество часов с туманами за год на западном побережье о. Сахалин в 2008 г.

Летом различия повторяемости и продолжительности туманов между западным и восточным побережьями острова усиливается за счёт тёплого Цусимского течения Японского моря, которое достигает юго-западной оконечности Сахалина, и холодного Восточ-

но-Сахалинского течения Охотского моря, идущего вдоль восточного побережья с севера на юг.

В центральной части острова число дней с туманами наблюдается от 55–60 в год. Во внутренних долинах о. Сахалин, как правило, возникают радиационные туманы (рис. 3).

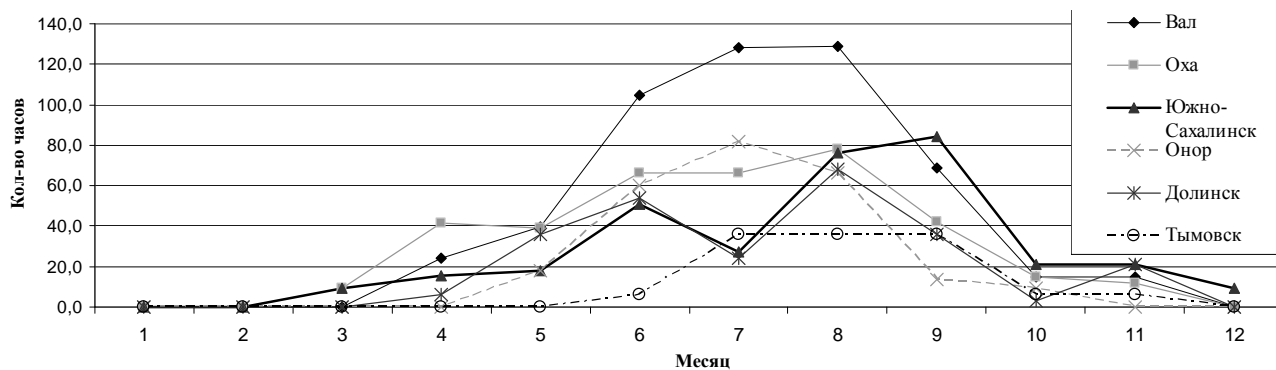


Рис. 3. Число часов с туманами в центральной части о. Сахалин в 2008 г.

При движении теплого воздуха с юго-востока, туманы возникают в районе Курильских островов: к юго-востоку от них над холодным течением Ойя-Сию, а к северу от них над выходящими на поверхность холодными глубинными водами (рис. 4).

В настоящее время метеорологические данные, полученные с ГМС, являются основным материалом для распознавания и подтверждения наличия туманных образований.

Более тщательное изучение облачных систем различного масштаба стало возможным после появления метеорологических искусственных спутников Земли.

Станция приема информации дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) Дальневосточного филиала Росгеофонда была установлена в 1998 г. в

г. Южно-Сахалинске. Она позволяет принимать информацию ДЗЗ с космических аппаратов российского производства, а также ряда зарубежных космических аппаратов.

Рассеяние электромагнитных волн в атмосфере, так же как и их поглощение, зависит от длины волны. Рассеяние происходит в результате отражения проходящих лучей взвешенными частицами: молекулами газов и аэрозолей (пыль, твердыми частицами дыма), а также каплями воды. Молекулами газов рассеивается коротковолновая часть оптического излучения (рассеяние Рэлея), а аэрозолями – длинноволновая (рассеяние Ми). Интенсивность рассеяния поглощения возрастает с увеличением длины пути луча в атмосфере [3. С. 91].

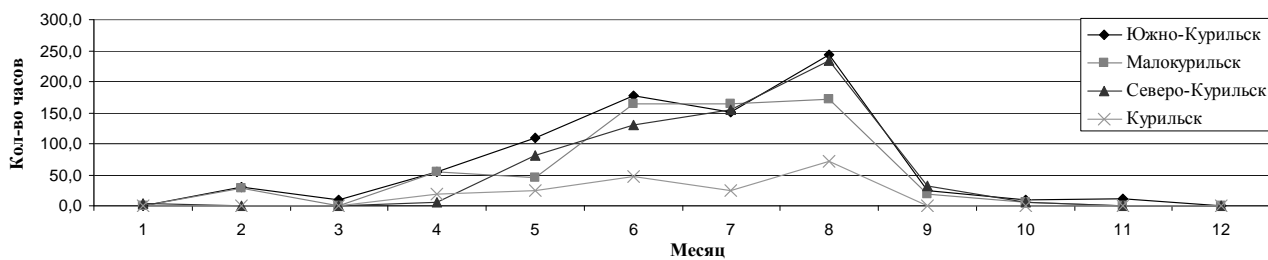


Рис. 4. Количество часов с туманами за год на Курильских островах в 2008 г.

В целях получения качественных результатов дистанционных съёмок необходимо принимать во внимание следующие факторы: состояние атмосферы, высоту Солнца и азимут на него во время полета, а также технические параметры аппаратуры.

Для дешифрирования участков местности, покрытых туманами, были подобраны снимки о-ва Сахалин, полученные с ИСЗ Terra (MODIS), Метеор-3М (МСУМ), SPOT (MS), LANDSAT (ETM+). Варианты синтезированных изображений подбирались таким образом, чтобы при визуальном дешифрировании и выделении туманных образований они распознавались достаточно точно. Соблюдение этого условия необходимо для получения корректной обучающей выборки для проведения классификации.

На следующем этапе были определены участки снимков (районы станций ГМС), по изображениям которых выполнялось детальное изучение спектральных характеристик, связанных с определенным типом тумана. Выбранные изображения обрабатывались с помощью программных пакетов ENVI 4.2, ERDAS Imagine и Arc GIS.

Полученная информация о характере изменения спектральных характеристик в результате наличия помех позволяет выделить в автоматизированном режиме все участки, покрытые туманом на снимке (рис. 5, а).

В целях повышения точности дешифрирования исследовались гистограммы спектральной яркости участков, где наблюдается изменение прозрачности атмосферы, территории покрытые дымкой или туманом, конечно, если он не имеет слишком высокую плот-

ность. Гистограмма отображает количество пикселей изображения (по вертикали), имеющих заданный уровень яркости, пиксели (по горизонтали).

Космические снимки различных типов тумана были переведены в черно-белый режим для анализа разницы пиковых значений серых тонов по данным гистограммы. Далее, вычитая известные величины, возникшие в результате выделения участков, покрытых туманом или дымкой, а также при отсутствии тумана, были получены значения $\Delta\lambda$. Это значение при наличии тумана или дымки претерпевает изменения связанное со спектральными свойствами объекта. По гистограмме можно выделить перемещение значения $\Delta\lambda$ из голубой части спектра в белую. У одинаковых типов туманов появляется приблизительно одинаковое значение смещения длины серого тона – $\Delta\lambda$ (рис. 5, б).

Таким образом, найдя значение $\Delta\lambda$, можно показать диапазон спектра серого тона, в котором наблюдается наличие туманных образований. Это значение не постоянно, т.к. достаточно сложно обработать космические изображения до получения одинаковых значений псевдоцветов.

Для решения поставленной задачи используются разные искусственные спутники Земли, на которых находится разная аппаратура и каналы регистрации съемочных систем, которые охватывают разные части спектра электромагнитных волн. Для решения подобной проблемы разрабатывается формализация признаков туманных образований для каждого используемого в работе искусственного спутника Земли.

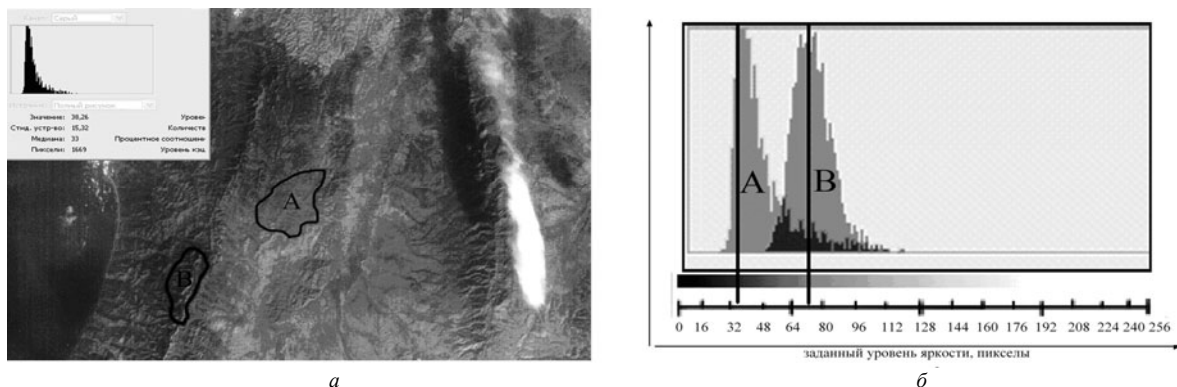


Рис. 5. Выделение заданных классов тумана типа парения (а) и гистограмма спектральных яркостей участков (б), район станции ГМС Пильво: А – участок при отсутствии тумана; В – участок с туманным образованием

Применение данных дистанционного зондирования Земли в целях обеспечения безопасной работы транспорта в условиях ограниченной видимости очень перспективно.

С момента принятия снимка с космического аппарата и до анализа полученной информации о типе и свойствах наблюдаемого тумана проходит несколько минут, после чего дается оценка опасности метеорологического про-

цесса и риска попадания различных видов транспорта в туман и о возможных авариях. Дается прогноз о распространении тумана и о времени его рассеивания, что существенно снизит либо сведет риск к минимуму. Эта информация может передаваться по телефону либо по элек-

тронной почте на метеостанции аэропортов, в Министерство гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, а водители различных видов транспорта могут оповещаться при помощи средств массовой информации с соответствующими рекомендациями.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Земцова А.И.* Климат Сахалина. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 167 с.
2. *Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сахалинская область.* Л.: Гидрометеиздат, 1990. Сер. 3, ч. 1–6, вып. 34. 350 с.
3. *Гарбук С.В., Гершензон В.Е.* Космические системы зондирования Земли. М.: Изд. А и Б, 1997. 296 с.
4. *Зверев А.С.* Туманы и их предсказание. Л.: Гидрометеиздат, 1954. 73 с.
5. *Зверев А.С.* Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 711 с.
6. *Расписание погоды в России и мире.* Режим доступа: <http://www.rp5.ru>

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 1 июня 2010 г.