УДК 630*43:528

ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ НА ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А. В. Софронова[1], А. В. Волокитина[2]

[1] *Саянский техникум экономики, менеджмента и информатики*
655602, Республика Хакасия, Саяногорск, Ленинградский микрорайон, 19/39Н

[2] *Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН*
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: asofronova.rf@gmail.com, volokit@ksc.krasn.ru

Поступила в редакцию 02.02.2017 г.

Освоение природных ресурсов обязательно сопровождается увеличением количества антропогенных источников загорания. Они повышают частоту пожаров на окружающих лесных и нелесных территориях зачастую на порядок. «Дополнительные» пожары могут не только наносить больший экологический вред, чем промышленное загрязнение среды, но и в некоторых ситуациях создавать угрозу самим промышленным объектам и поселкам. Поэтому одним из компонентов экологической экспертизы ресурсодобывающих предприятий (особенно нефтегазодобывающих) в лесной зоне должна быть пирологическая экспертиза, включающая прежде всего оценку природной пожарной опасности участков растительности на территории лесных нефтегазовых комплексов. При проектировании нефтегазовых комплексов необходимо выполнение экспертной оценки возможного влияния предприятия на окружающую природу и экологические условия (ОВОС). К сожалению, при этом основное внимание уделяется оценкам *прямого* воздействия. Но предприятие влияет на среду и *косвенным* образом, например через изменение пожарного режима на окружающей территории. В настоящее время в Институте леса им. В. Н. Сукачева СО РАН разрабатывается метод пирологической экспертизы ресурсодобывающих предприятий, в основе которого использование карт растительных горючих материалов (карт РГМ), позволяющих выполнять объективную общую оценку природной пожарной опасности, а также оценку текущей природной пожарной опасности в зависимости от метеорологических условий. Предложен метод составления карт РГМ при использовании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Разработаны дешифровочные признаки основных проводников горения, отражаемых на картах РГМ (на примере Юрубчено-Тохомского месторождения).

Ключевые слова: *пирологическая экспертиза, природная пожарная опасность, карты растительных горючих материалов, дистанционное зондирование Земли, дешифровочные признаки основных проводников горения.*

DOI: 10.15372/SJFS20170508

ВВЕДЕНИЕ

Нефтегазовая промышленность относится к важнейшим факторам, влияющим на экологическое состояние лесов (Ширнин, Тарасова, 2013), особенно если месторождения расположены в труднодоступных лесных массивах Сибири. Освоение северных нефтегазовых месторождений Сибири – одно из главных направлений развития российской добывающей промышленности, имеющее огромное экономическое значение.

В настоящее время внутренней промышленной пожарной безопасности нефтегазовых объектов уделяется достойное внимание: разрабатываются и внедряются системы автоматического оповещения о возникновении горения на объектах, при строительстве объектов используются новые негорючие материалы и технологии,

© Софронова А. В., Волокитина А. В., 2017

разрабатываются методики оценки пожарного риска. Но достоверная оценка природной пожарной опасности (ППО) на территории лесных нефтегазовых комплексов отсутствует, не учитывается риск возникновения чрезвычайных ситуаций от внешних природных пожаров.

Цель представленной работы – оценка природной пожарной опасности лесных участков на территории нефтегазовых комплексов с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на примере участка освоения нефтегазоконденсатного Юрубчено-Тохомского месторождения (ЮТМ).

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

За рубежом вопросу оценки ППО на территории нефтегазовых объектов уделяется большое внимание. Даже имеются случаи перебазирования промышленного оборудования, буровых установок и рабочих поселений при угрозе возможных природных пожаров. В Канаде в 2012 г. Агентством безопасности канадской добывающей нефтегазовой промышленности выпущено руководство по оценке пожарной опасности нефтегазовых объектов (FireSmart…, 2008). На его основе разработано программное обеспечение «FireSmart», которое позволяет в автоматическом режиме оценить пожарную опасность на участке. В этом руководстве учитывается фактор воспламеняемости растительного покрова. Но представленная в нем классификация растительности является слишком грубой для использования в России, так как не учитывает все разнообразие растительности, характерное для территории нашей страны.

В России комплексная оценка по рациональному использованию природных ресурсов и предотвращению отрицательного воздействия на окружающую среду (ОВОС) началась с конца 80-х гг. XX в. (Методика…, 1992; Пешков, Беляновский, 1992; Максименко, Горкина, 1996). К сожалению, при ОВОС из-за отсутствия методики не проводится пирологическая экспертиза для планируемых и действующих на лесной территории нефтегазовых комплексов (НГК), включающая оценку ППО. При отсутствии такой характеристики невозможно выполнить надлежащее противопожарное устройство территории, а в случае возникновения пожара – организовать его оперативное контролирование и тушение. Проведение оценки ППО на участках освоения нефтегазовых месторождений должно основываться на осознании ответственности за размещение пожароопасных объектов и увеличение потенциальных источников огня в природной среде, которые могут привести к катастрофическим лесным пожарам, в том числе верховым, угрожающим не только объектам НГК, но и населенным пунктам. Лесные участки на территории НГК и вокруг, как правило, имеют неодинаковую пирологическую характеристику, обусловленную разными типами леса. Скорость их пожарного созревания под влиянием метеорологических условий может различаться значительно (Цыкалов, 1991).

В Институте леса им. В. Н. Сукачева СО РАН уже ряд лет разрабатываются классификация РГМ и методы их картографирования (Волокитина, Софронов, 2002). Карты РГМ содержат всю необходимую информацию для создания на их основе карт ППО, учитывающих изменение погодных условий. Эти карты должны составляться при проведении ОВОС в рамках пирологической экспертизы НГК (Волокитина, 2012; Софронова, Волокитина, 2014).

Для оценки пожарной опасности по условиям погоды в лесопожарной охране давно и успешно применяются метеорологические показатели (Нестерова и ПВ-1 ЛенНИИЛХа), разработана пятиклассная шкала. Усовершенствованный показатель засухи (ПВГ), разработанный в лаборатории лесной пирологии ИЛ СО РАН, рекомендуется к использованию в северотаежных условиях для учета гигроскопичности мохово-лишайниковых покровов, в Забайкалье и на Дальнем Востоке, где преобладают травяные (злаковые) типы леса (Софронова и др., 2008). Что касается оценки ППО, то лесопожарная охрана России до сих пор использует грубую интегрированную оценку на основе шкалы характеристики лесных участков по степени опасности возникновения в них пожаров, разработанную академиком И. С. Мелеховым (1947) и дополненную И. В. Овсянниковым (1978). Категории участков распределены в ней по классам пожарной опасности от I до V. По Приказу Рослесхоза № 287 от 5 июля 2011 г. фактически предлагается при оценке ППО использовать эту же шкалу.

К I классу при этом относятся самые пожароопасные участки, к V − негоримые. Классы пожарной опасности – это, по сути, классы грубой *интегрированной* (обобщенной) *природной* пожарной опасности, поскольку при их выделении учитывали не только очередность «пожарного созревания» (и, следовательно, продолжительность пребывания в «пожарно-зрелом» состо-

янии в течение сезона), но и возможность развития сильных пожаров (верховых), трудность тушения пожаров на захламленных площадях. Это привело к тому, что в I класс пожарной опасности оказались включенными не только сухие лишайниковые сосняки, но и все захламленные участки (горельники, сухостойники), участки условно-сплошных и интенсивных выборочных рубок, а также все хвойные молодняки − с любым напочвенным покровом и любой продолжительностью «пожарного созревания». К IV классу в шкале относятся не только слабо горимые сфагновые и долгомошные сосняки, но и все травяные типы леса, поскольку они плохо горят летом, хотя известно, что весной и осенью на юге Сибири пожары в травяных типах с преобладанием злаков и осок нередко превращаются в стихийное бедствие. Кроме характеристик растительности в шкалу включен в качестве фактора повышенной пожарной опасности признак близости к дорогам общего пользования. Шкала составлена экспертным методом, поэтому классы в шкале не имеют каких-либо количественных характеристик.

При лесоустройстве на основании этой шкалы составляются *лесопожарные карты* на лесничества в масштабе 1:100 000, причем классами ППО характеризуются обычно лесные кварталы в целом, реже таксационные выделы; они окрашиваются в соответствующие цвета (красным – I класс, оранжевым – II, желтым – III, зеленым – IV, синим – V класс). Лесопожарные карты используются при противопожарном устройстве территории, но, к сожалению, они не содержат количественных характеристик растительных горючих материалов из напочвенного покрова. Эту задачу выполняют карты РГМ, которые позволяют совершенствовать оценку ППО.

Карты РГМ и методы их составления. На основе детальной классификации растительных горючих материалов (Курбатский, 1962, 1970; Волокитина, Софронов, 2002) разработаны методы их картографирования с использованием лесоустроительной информации: по материалам лесоустройства и в процессе лесоустройства. Более точными являются карты, составленные в процессе лесоустройства, так как тип основного проводника горения (ОПГ), главной группы РГМ, отражаемой на самой карте, устанавливается непосредственно в природных условиях по специальному определителю. При составлении карт РГМ по материалам лесоустройства типы ОПГ в таксационных выделах устанавливаются по информации, содержащейся в описаниях «Схем типов леса» для конкретных регионов. К карте РГМ прилагается пирологическое описание с характеристикой всех групп горючих материалов, представленных в каждом таксационном выделе. На основе карт РГМ составляются карты ППО на длительный период времени и карты текущей ППО в зависимости от классов пожарной опасности по условиям погоды (Софронов и др., 2005).

Известен опыт оценки ППО на территории объектов нефтегазового комплекса Западной Сибири на основе карты РГМ (масштаб 1:50 000), которая составлена в рамках хоздоговорной темы по оценке воздействия на окружающую среду освоения Тянского месторождения Тюменской области (Софронов, Волокитина, 1994).

Но для проектируемых и действующих объектов НГК не всегда имеются актуальные лесоустроительные материалы. Кроме того, лесоустройство в настоящее время заменяется лесоинвентаризацией, не способствующей созданию более совершенных карт РГМ. По этой причине перспективным является использование при составлении карт РГМ на территории лесных нефтегазовых месторождений космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения. Для этого необходима разработка дешифровочных признаков основных проводников горения, отражаемых на картах РГМ.

Дешифрирование типов основных проводников горения. Основные проводники горения – это растительные горючие материалы на поверхности почвы, по которым при определенных погодных условиях может распространяться пламенное горение. В природных условиях это мхи, лишайники и мелкие растительные остатки, а на лесных участках ОПГ – объект, закрытый сверху пологом леса. Кроме того, основные проводники горения опадной подгруппы претерпевают еще значительные сезонные изменения, неодинаковые в разных природных условиях. Поэтому дешифрирование типов ОПГ на снимках возможно проводить путем выделения и дешифрирования пирологических категорий участков, а методы их дешифрирования аналогичны дешифрированию типов леса. На примере Красноярского Приангарья при использовании аэроснимков выделено 12 пирологических категорий участков, большинство из которых дешифрируются довольно просто (Волокитина, 1990). Необходимость развития методов дешифрирования типов ОПГ очевидна.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Лесоустроительная информация на большую часть исследуемого участка представлена «Схемой типов леса» Байкитского лесничества, таксационными описаниями выделов и векторными слоями по состоянию на 1992 г. На юго-западный участок материалы лесоустройства отсутствовали. Карта РГМ для этого участка составлена по космическому снимку сверхвысокого разрешения QuickBird в комбинации каналов 421 от 13.07.2007 г.

С 1992 г. на исследуемом участке ЮТМ появились новые объекты, прошли пожары. Актуализация использованной лесоустроительной информации в плане отвода земель под объекты нефтегазового месторождения проведена по результатам визуального дешифрирования временного ряда космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения (Софронова, 2011; Софронова, Волокитина, 2016). В ходе проведенного исследования разработаны классификация нефтегазовых объектов и признаки их дешифрирования, выделены занятые ими площади (табл. 1).

Для актуализации карты на момент 2016 г. в данной работе использован снимок высокого разрешения Landsat 7 в комбинации каналов 742 от 06.09.2016 г., который покрывает весь участок исследования.

На основе использования «Схемы типов леса» составлена пирологическая характеристика типов леса. Затем по таксационному описанию выделов составили пирологическую характеристику каждого выдела, которая включала тип леса, полноту древостоя, местоположение, тип ОПГ и критический класс засухи (ККЗ). ККЗ – это класс засухи, при котором достигается возможность распространения пламенного горения по слою ОПГ: его изменение в течение сезона отмечено через косую черту (весна и осень/лето) (табл. 2).

Таксационное описание вместе со «Схемой типов леса», использованной при лесоустройстве, дает достаточную информацию по III–VII группам РГМ (по травам и кустарничкам, крупным древесным остаткам, подросту, кустарникам, хвое и мелким веточкам, стволам растущих деревьев) и по условиям высыхания напочвенных РГМ. Для характеристики I группы РГМ (ОПГ), определения типа ОПГ для каждого типа леса по описанию мохово-лишайникового и травяно-кустарничкового ярусов напочвенного покрова использованы методика пирологических описаний напочвенного покрова (Волокитина, 1990) и краткий определитель типов ОПГ

Таблица 1. Дешифровочные признаки объектов участка освоения ЮТМ по снимкам Landsat

Класс легенды (объект)	Признак
Геофизические профили	Прямолинейные объекты большой протяженностью, шириной около 4 м. В местах интенсивного освоения представлены сеткой, размер ячеек которой 500 × 600 м
Кусты эксплуатационных скважин	Площадные объекты белого цвета со сглаженными углами, на насыпях. Видны амбары – небольшие темные пятна
Опорные базы	Площадные объекты белого цвета различной формы со сглаженными углами. Приурочены к рекам, большому числу дорог. В отличие от кустов удалены от коридоров коммуникаций
Вахтовые поселки	Площадные объекты белого цвета многоугольной формы. Приурочены к местам транспортировки, хранения, переработки углеводородов, к наиболее освоенным участкам месторождений
Дороги	Линейные извилистые объекты большой протяженностью. Привязаны к каким-либо объектам. Грунтовые дороги имеют ширину около 6 м, часто проходят по профилям. Насыпные дороги имеют ширину до 15 м, отличаются белым цветом
Коридоры коммуникаций (ЛЭП, нефте-, газопроводы, дороги)	Прямолинейные объекты небольшой протяженностью, шириной 20–40 м
Объекты хранения, переработки нефти и газа	Места размещений – площадные объекты белого цвета многоугольной формы, на насыпях. Содержат объекты разнообразной формы: цилиндрические, прямоугольные
Вырубки	Площадные объекты многоугольной формы различного размера
Карьеры	Площадные объекты белого цвета со сглаженными углами, от которых идут улучшенные дороги

Таблица 2. Пример пирологической характеристики выделов участка освоения Юрубчено-Тохомского месторождения по таксационному описанию и «Схеме типов леса»

Номер квартала	Номер выдела	Состав	Тип	Полнота	Местоположение, экспозиция	Почва	Тип ОПГ	ККЗ
2873	5	10Б	Травяно-болотный	0.5	Долина реки	Болотно-глеевая, среднесуглинистая, сырая	Травяно-ветошный/ беспроводниковый 1	I/IV
2873	6	7Л2К1Е	Голубично-зеленомошный	0.5	Водораздел, склон, запад	Перегнойная, неразвитая, каменистая, среднесуглинистая, свежая	Сухо-мшистый	I
2873	10	10Л	Чернично-зеленомошный	0.6	То же	Перегнойная, неразвитая, каменистая, легкосуглинистая, свежая	Влажно-мшистый	III
2873	8	6К2Е2Л	Осоково-сфагновый	0.3	»	Слабоподзолистая оглеенная, среднесуглинистая, влажная	Травяно-ветошный/ болотно-моховой 1	I/IV
2873	9	6Л2К2Е	Голубично-зеленомошный	0.4	»	Перегнойная, неразвитая, каменистая, среднесуглинистая, свежая	Сухо-мшистый	I
2873	11	10Л	Бруснично-зеленомошный	0.7	Водораздел, склон, юго-запад	Подзолистая, легкосуглинистая, свежая	»	II
2873	15	6Л4Е	Багульниково-сфагновый	0.4	Долина реки	Торфяно-болотная, среднесуглинистая, сырая	Болотно-моховой 1	IV
2873	14	Болото	Сфагновое	20 % Л	Болото	Торфяная	Тот же	IV
2873	18	Болото	»	10 % Л	Долина реки	»	»	IV
2873	24	5Л2К3Е	Багульниково-сфагновый	0.4	То же	Торфяно-болотная, среднесуглинистая, сырая	»	IV

(Редькин, Волокитина, 2014). Для составления карты РГМ на юго-западный участок по снимку QuickBird использован ландшафтно-индикационный метод визуального дешифрирования. По различной текстуре изображения, цвету и контрастности с использованием векторных слоев рельефа и гидрографии выделены однородные участки – природно-территориальные комплексы (ПТК). При их анализе и сравнении с выделами, имеющими таксационное описание, определены эталоны дешифрирования типов ОПГ – основной пирологической характеристики, отображаемой на картах РГМ.

Дешифрирование снимков и картографирование полученных результатов проведено с использованием геоинформационной технологии в среде программного обеспечения MapInfo Professional.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате актуализации карты методом визуального дешифрирования космических снимков с 1992 г. по сентябрь 2016 г. выявлены гари, новые объекты (кусты, вырубки, карьеры), а также отмечено увеличение площадей размещенных ранее объектов.

В соответствии с исследованиями, проведенными на месторождениях Западной Сибири (Чижов, 2011), нефтегазовые объекты класси-

Таблица 3. Объекты исследуемого участка освоения ЮТМ и отведенная под них площадь за период 1992–2016 гг.

Объект	Пожарная опасность	Количество, шт.	Общая площадь, км^2 *
Кусты	Высокая	8	0.560
Участок размещения скопления углеводородов	»	1	1.596
Коридоры коммуникаций	Средняя	6	1.494
Промышленные площадки	Низкая	11	2.029
Карьеры	Отсутствует	3	0.817
Геофизические профили	Средняя	219	1.759
Дороги	»	131	2.056

Примечание. * – по результатам дешифрирования космических снимков Landsat с разрешением 30 м.

фицированы на обладающие высокой пожарной опасностью – факелы, кусты и другие объекты, имеющие скопление углеводородов, средней пожарной опасностью – разведочные объекты и объекты транспорта, низкой пожарной опасностью – промышленные минерализованные площадки, на которых могут присутствовать горюче-смазочные материалы, и объекты, пожарная опасность на которых отсутствует и распространение горения невозможно, например карьеры камня, песка. Такие линейные объекты, как геофизические профили и автодороги, при отсутствии горючих материалов могут служить барьерами при распространении огня. Количество объектов и отведенная под них площадь представлены в табл. 3.

В результате использования материалов лесоустройства и дешифрирования космических снимков составлена карта на участок освоения ЮТМ общей площадью 103.3 км^2 (рис. 1).

На исследуемом участке по лесоустроительной информации определены 6 типов ОПГ: сухомшистый (Сх), влажномшистый (Вл), болотно-моховой 1 (Бм1), травяно-ветошный (Тв),

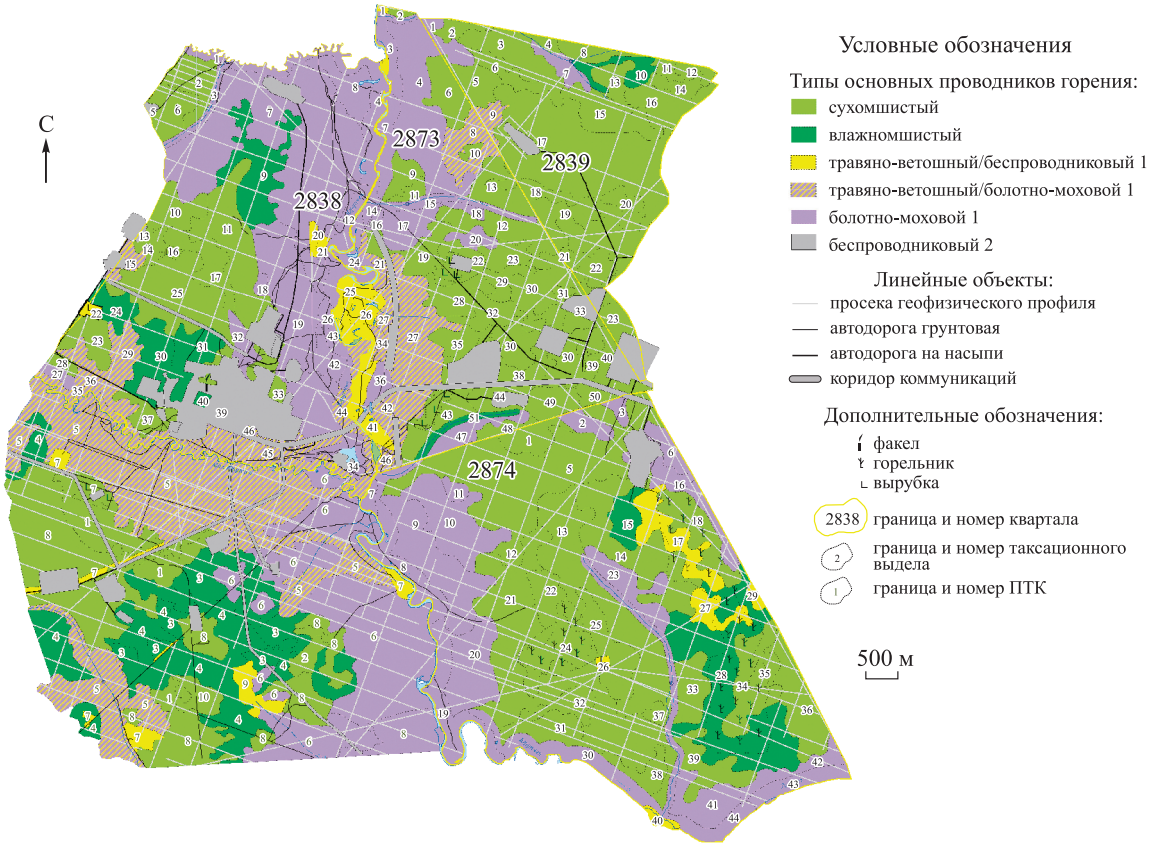

Рис. 1. Карта РГМ на участок освоения ЮТМ, составленная по лесоустроительным материалам и результатам использования ДЗЗ.

беспроводниковый 1 (Бп1), беспроводниковый 2 (Бп2), при этом в различные сезоны года (весной и осенью/летом) они могут быть представлены на одном и том же участке. Например, на осоково-сфагновых кедрово-елово-лиственничных редколесьях весной/осенью осока дает травяную ветошь, готовую проводить горение уже при I классе засухи, а в летний период ее биомасса незначительна, преобладает болотно-моховой 1 тип, «созревающий» при IV классе засухи. Такие участки с Тв/Бм1 типом ОПГ приурочены на исследуемой территории к долинам ручьев и подножиям склонов с сырыми смешанными лесами, заболоченным склонам и днищам рек с угнетенным древостоем или без древостоя. Сухомшистый тип представлен в светлохвойных лесах водоразделов, на пологих склонах. Он «созревает» при I классе засухи. На хребтах со свежими и влажными смешанными лесами формируется влажномшистый тип, созревающий при III классе засухи. На вырубках и участках, пройденных пожарами весной/осенью, формируется травяно-ветошный тип, летом, когда запас зеленого травостоя превышает запас ОПГ и исключает распространение пламенного горения, – беспроводниковый 1. Минерализованные площадки промобъектов на карте РГМ обозначены беспроводниковым типом 2 – растительные проводники горения отсутствуют.

При работе с космическим снимком QuickBird и векторными слоями рельефа и гидрографии разработаны эталоны дешифрирования типов ОПГ на основе ландшафтно-индикационного метода.

Бм1 и Тв/Бм1 типы ОПГ, встречающиеся на открытых участках, визуально хорошо распознаются по снимку. При наличии древостоя, когда ОПГ остается в различной степени им закрытым, для разработки эталонов необходимы дополнительные исследования и анализ связи типа ОПГ с составом древостоя по участкам, на которые имеется лесоустроительная информация.

На юго-западном участке с использованием «Схемы типов леса» Байкитского участка выделено 10 видов ПТК, различающихся между собой гидрологическими и орографическими условиями, характером изображения растительности на снимке: 1) крутые склоны междуречий со свежими светлохвойными лесами от плакорной вершины водораздела до абсолютных высот 360–340 м; 2) пологие склоны юго-западной экспозиции со свежим светлохвойным лесом до горизонтали 360 м; 3) крутые склоны междуречий со свежими и влажными смешанными лесами на высоте 340–320 м над ур. м.; 4) хребты и склоны со свежими и влажными смешанными лесами на высоте 340–260 м над ур. м.; 5) долины ручьев и подножия склонов с сырыми смешанными лесами; 6) заболоченные склоны и днища рек с угнетенным древостоем или без древостоя на высоте 280–240 м над ур. м. и менее; 7) антропогенные объекты (вырубки, минерализованные промышленные площадки); 8) участки, пройденные пожарами; 9) склоны различной крутизны южной экспозиции; 10) склоны юго-восточной экспозиции.

Выделенные ПТК на рис. 1, 2 имеют нумерацию, отличную от нумерации выделов, номер ПТК на рисунках соответствует перечисленным выше (рис. 2, *А*, *Б*).

На основе эталонов дешифрирования для каждого ПТК определен преобладающий тип ОПГ.

Из представленных на исследуемом участке ЮТМ типов ОПГ уже при I ККЗ весной/осенью созревает Тв тип. Он окружает южную часть вахтового поселка. При I и II ККЗ созревает Сх тип, небольшой участок примыкает к северной части вахтового поселка. К западной части поселка примыкает Вл тип, созревающий при III ККЗ. При условиях погоды, соответствующих этим значениям ККЗ, необходимо повышать меры пожарной безопасности.

Информацию о готовности типов ОПГ проводить пламенное горение при конкретных погодных условиях позволяют отобразить карты текущей ППО, которые составляются на основе карты РГМ.

На картах оценки ППО разной штриховкой обозначаются участки, готовые к горению (если КЗ по условиям погоды по порядку выше ККЗ типа ОПГ), не готовые к горению (если КЗ по порядку ниже ККЗ типа ОПГ) и те, на которых ситуация остается неопределенной (если КЗ = ККЗ, готовность к горению определяется конкретными погодными условиями на конкретных пожарах).

Нефтегазовые объекты в данной работе обозначены разным видом штриховки в соответствии с приведенной классификацией их пожароопасности.

Для ориентирования на местности и более эффективного управления пожарами на карте обозначены номера кварталов и выделов, ПТК.

На исследуемый участок ЮТМ составлены две оценочные карты для весны и осени и для лета в соответствии с метеорологиче-

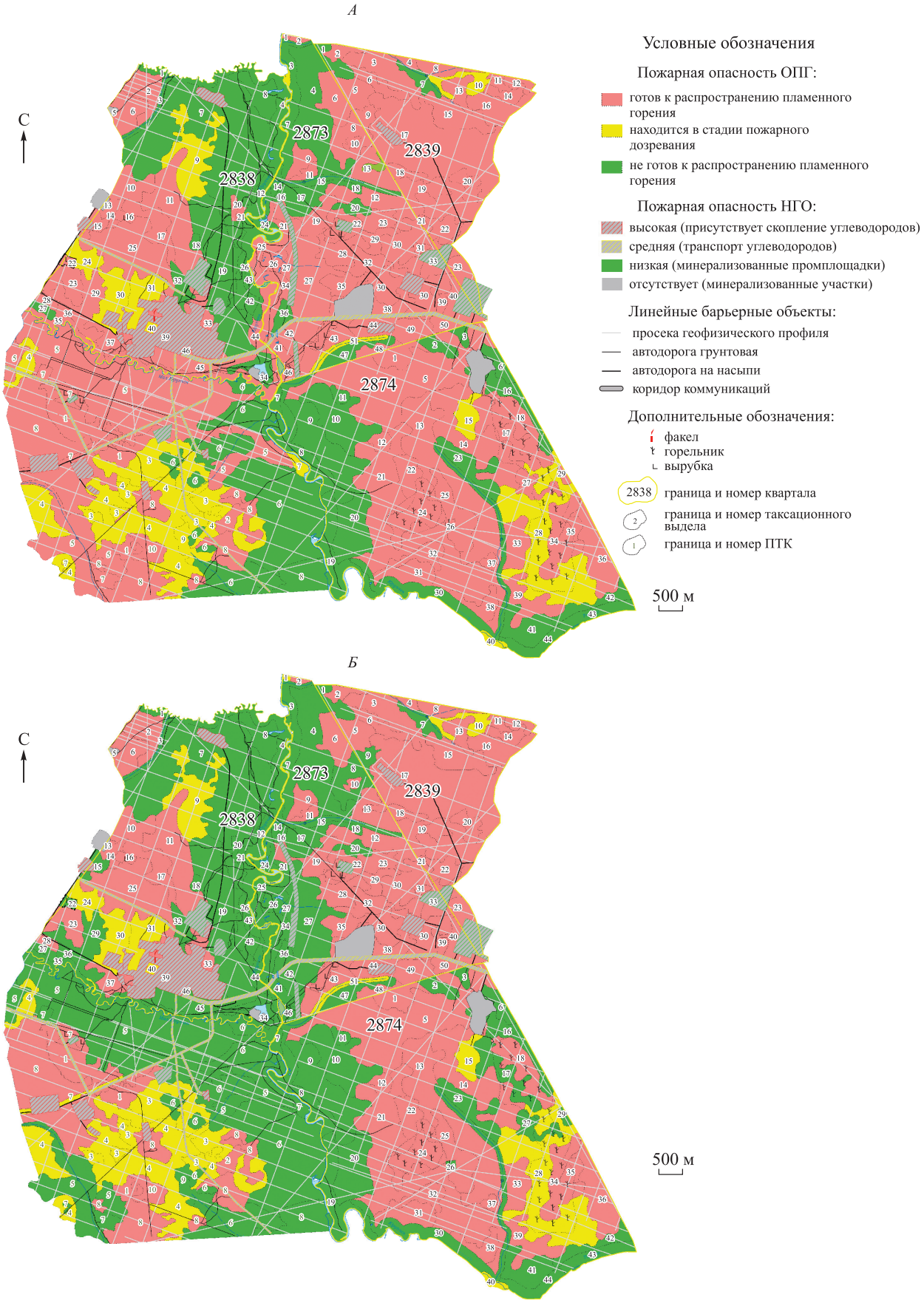

Рис. 2. Карты оценки природной пожарной опасности в весенний, осенний (*А*) и летний (*Б*) периоды для III класса засухи.

скими условиями, характеризуемыми III КЗ (см. рис. 2, *А, Б*).

Из сравнения представленных на рис. 1, 2 карт видно, что при одних и тех же погодных условиях пожарная опасность весной и осенью выше, чем летом. Это объясняется наличием травяной ветоши на заболоченных участках. В летнее время в период вегетации осоки и других трав эти участки негоримы.

В весенний и осенний периоды площадь с высокой пожарной опасностью составляет 60.11 км^2 (58 %), при изменении погоды в сторону засушливости она может увеличиться на 10.77 км^2 (10 %). При этом нефтегазовые объекты с высокой пожарной опасностью примыкают к участкам растительности с высокой пожарной опасностью.

В летний период площадь с высокой пожарной опасностью составляет 44.49 км^2 (43 %), при изменении погоды в сторону засушливости она может также увеличиться на 10.77 км^2 (10 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объекты нефтегазоконденсатных месторождений обладают различной степенью пожароопасности и при возникновении горения могут выполнять различные функции. Предварительная оценка пожарной опасности, включающая оценки ППО участка и пожароопасности нефтегазовых объектов, а также роль объектов инфраструктуры месторождения при распространении горения, может служить эффективным решением в снижении воздействия нефтегазовых объектов на окружающую природную среду и повышении экологической безопасности.

Космические снимки высокого разрешения позволяют актуализировать лесоустроительную информацию, по которой составлена карта РГМ, а при ее отсутствии космические снимки сверхвысокого разрешения в сочетании с векторными слоями гидрографии и рельефа могут служить источником данных для выявления распределения типов ОПГ – основной пирологической характеристики.

Карты текущей природной пожарной опасности, составленные с учетом пожароопасности размещенных нефтегазовых объектов, позволяют выявить наиболее пожароопасные участки отдельно для весеннего/осеннего и для летнего периода, а также прогнозировать поведение пожаров.

На исследуемом участке ЮТМ в весенний/осенний период при III классе засухи площадь с высокой пожарной опасностью составляет 58 %, при изменении погоды в сторону засушливости она может увеличиться до 68 %. В летний период при III классе засухи площадь с высокой пожарной опасностью составляет 43 %, при изменении погоды в сторону засушливости она может увеличиться до 53 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Волокитина А. В. Принципы разработки определителя типов основных проводников горения (на примере Красноярского Приангарья) М.: ВИНИТИ. № 5352-В90, 1990. 31 с.

Волокитина А. В. Пирологическая экспертиза ресурсодобывающих предприятий // Вестн. КрасГАУ. 2012. № 6. С. 67–72.

Волокитина А. В., Софронов М. А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 314 с.

Курбатский Н. П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. М.: Гослесбумиздат, 1962. 154 с.

Курбатский Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1970. С. 5–58.

Максименко Ю. Л., Горкина И. Д. Оценка воздействия на окружающую среду. Пособие для практиков. М.: РЭФИА, 1996. 92 с.

Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары. Архангельск: ОГИЗ, 1947. 60 с.

Методика оценки воздействия промышленных предприятий на окружающую среду по техногенным факторам. М.: ЭкоНИИПроект, 1992. 115 с.

Овсянников И. В. Противопожарное устройство лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 112 с.

Пешков А. С., Беляновский Е. С. Оценка воздействия на окружающую среду при обустройстве месторождений нефти на примере пробной эксплуатации Тяновского месторождения // ОВОС. Практический опыт. Сб. Центр. Рос. Дома знаний. М., 1992. С. 104–113.

Приказ Рослесхоза от 05.07.2011 № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды». М.: Рослесхоз, 2011.

Редькин А. Ю., Волокитина А. В. Определение типов основных проводников горения в процессе лесоустройства // Хвойные бореальной зоны. 2014. Т. XXXII. № 3–4. С. 47–52.

Софронов М. А., Волокитина А. В. О пирологической экспертизе добывающих предприятий на территории лесной зоны // Сопряженные за-

дачи физической механики и экология: мат-лы Междунар. совещ.-семинара. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1994. С. 146–147.

Софронов М. А., Голдаммер Й. Г., Волокитина А. В., Софронова Т. М. Пожарная опасность в природных условиях. Красноярск: Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2005. 330 с.

Софронова А. В. Картографирование изменений на лесных территориях под воздействием объектов нефтегазовой отрасли // Исследование компонентов лесных экосистем Сибири: мат-лы конф. молодых ученых. Красноярск: Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2011. С. 64–67.

Софронова А. В., Волокитина А. В. Разработка метода пирологической экспертизы на примере Юрубчено-Тохомского нефтегазового месторождения // Вестн. КрасГАУ. 2014. № 3. С. 117–123.

Софронова А. В., Волокитина А. В. Оценка пожарной опасности на участках освоения нефтегазовых месторождений // Интенсификация лесного хозяйства России: проблемы и инновационные пути решения: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. Красноярск, 19–23 сент., 2016. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2016. С. 187–188.

Софронова Т. М., Софронов М. А., Волокитина А. В. Эффективность использования метеорологических показателей пожарной опасности // Лесн. хоз-во. 2008. № 4. С. 42–44.

Цыкалов А. Г. Природа пожаров в лесах на вечной мерзлоте Центральной Эвенкии: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Красноярск, 1991. 26 с.

Чижов Б. Е. Охрана и рекультивация таежных экосистем при нефтегазодобыче. Пушкино: ВНИИЛМ, 2011. 254 с.

Ширнин Ю. А., Тарасова О. Г. Проблемы экологических последствий эксплуатации лесных территорий нефтегазовых месторождений и трубопроводов // Хвойные бореальной зоны. 2013. Т. 30. № 1–2. С. 155–158.

FireSmart Guidebook for Oil and Gas Industry. Alberta Environment and Sustainable Resource Development (ESRD). Edmonton, Alberta, Canada, 2008.

ASSESSMENT OF FIRE HAZARD FOR FOREST SITES IN THE TERRITORY OF OIL AND GAS COMPLEXES USING EARTH REMOTE SENSING DATA

A. V. Sofronova[1], A. V. Volokitina[2]

[1] *Sayansky Technical School of Economics, Management, and Informatics*
Leningradskiy Mikroraion, 19/39N, Sayanogorsk, Republic of Khakassia, 655602 Russian Federation

[2] *Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch*
V. N. Sukachev Institute of Forest Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation

E-mail: asofronova.rf@gmail.com, volokit@ksc.krasn.ru

Vegetation fires, including forest ones, are an important environmental factor. Development of natural resources is always linked with increased number of human-caused ignition sources. The latter increase the frequency of fires on adjacent forest and non-forest areas by an order of magnitude. Ecological impact of the "additional" fires may exceed the impact of industrial pollution and even put the industrial objects and settlements at danger. Therefore one of the components of the ecological expertise for resource-exploration companies (especially the oil and gas ones) in the forest zone should be pyrological expertise, which should primarily include assessment of fire hazard for vegetation sites in the oil and gas complexes. The design of oil and gas complexes requires an expert environmental impact assessment (EIA). Unfortunately, its main focus is on direct impact assessment. However, oil and gas companies produce also an indirect environmental impact, for example, through the change of the fire regime on the adjacent area. At present, the V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS develops a method of pyrological expertise for resource-exploration companies. The method is based on the use of vegetation fuel maps (VF maps) for an objective general assessment of fire hazard as well as an assessment of the current fire hazard depending upon the weather conditions. A method is suggested for making VF maps using remotely sensed data. Deciphering characteristics are developed for primary fire carriers shown in VF maps (on the example of the Yurubcheno-Tohomsky deposit).

Keywords: *pyrological expertise, fire hazard, vegetation fuel maps, remote sensing of the Earth, deciphering characteristics of primary fire carriers.*

How to cite: *Sofronova A. V., Volokitina A. V.* Assessment of fire hazard for forest sites at the territory of oil and gas complexes using Earth remote sensing data // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2017. N. 5: 84–94 (in Russian with English abstract).