



На правах рукописи

Янко Игорь Валентинович

ПИРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Специальность 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук**

Томск 2005

Работа выполнена на кафедре общей биологии и экологии
Томского государственного педагогического университета

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор
Рудой Алексей Николаевич

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор
Козин Василий Васильевич
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Парамонов Евгений Григорьевич

Ведущая организация: Комитет по управлению природными ресурсами
Департамента природных ресурсов и охраны
окружающей среды
Администрации Томской области

Защита состоится 21 октября 2005 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета
Д 212.005.06 при Алтайском государственном университете по адресу 656049 г. Барнаул,
ул. Димитрова, 66.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Алтайского государственного
университета

Автореферат разослан 19 сентября 2005 г.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах, заверенные печатью) просим отправлять по
адресу: 656049, г. Барнаул, ул. Димитрова, 66, Алтайский государственных университет,
географический факультет, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.005.06.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат географических наук, доцент



В.П. Галахов

2007-4

2463103

12532

Общая характеристика работы

Актуальность исследования. Территория Западной Сибири, где сосредоточена значительная часть лесов России, является районом интенсивных лесных пожаров. Обнаружение лесных пожаров и контроль за их состоянием в настоящее время ведутся визуально по дымовой полосе днем и по пламени в темное время суток. Слежение за лесопожарной обстановкой проводится воздушными и наземными патрулями, а также наземными наблюдательными пунктами. В последние годы эффективность авианаблюдений за лесами в России постоянно снижается из-за резкого сокращения кратности авиатрулирования в связи с удорожанием авиационных услуг.

Одним из возможных решений этой проблемы может стать разработка новой системы прогнозирования пожароопасной ситуации, основанной на выделении зон первоочередной охраны лесов от пожара, которая дополнит усилия авиалесоохраны, существенно расширит ее возможности в плане своевременного обнаружения лесных пожаров и их прогноза. В работе рассмотрены пирогенные процессы естественного происхождения.

Объектом исследования является таежная зона Западно-Сибирской равнины в пределах Томской области. Исследуемая территория охватывает ботанико-географическую зону тайги, к которой приурочены 2 подзоны - средней тайги в пределах Вах-Кетской области кедрово-сосновых и заболоченных еловых лесов, и южной тайги, включая Среднюю Иртышско-Обскую область кедрово-березовых лесов и Кеть-Чулымскую область березово-темнохвойных лесов (Природные условия..., 1977).

Предметом изучения является поиск показателей, надежно диагностирующих устойчивость лесной территории в пиарологическом отношении, раскрывающих внутреннюю неоднородность территории и позволяющих на основе знания ландшафтно-экологических условий судить о текущей пожарной опасности лесных участков.

Цель работы: Провести пространственно-дифференцированную оценку степени природной пожароопасности лесов средней и южной тайги Томской области. Исходя из этого, решались следующие задачи:

1. Дать оценку фактической горимости лесов Томской области;
2. Оценить влияние антропогенных объектов на уровень фактической горимости лесов Томской области;
3. Установить пространственные закономерности горимости лесов в зависимости от ландшафтной структуры территории;
4. Установить основные компоненты ландшафта, отражающие уровень потенциальной природной пожароопасности лесов Томской области;
5. Разработать шкалу природной пожароопасности территории Томской области;
6. Разработать цифровую картографическую модель природной пожарной опасности лесов Томской области.

Защищаемые положения:

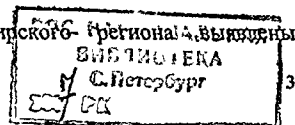
1. Природные условия возникновения лесных пожаров на территории Томской области определяются пространственными закономерностями варьирования значимости следующих факторов: геологическое строение, рельеф, погодные условия и климат, почвенный покров, растительность.

2. Разработанная шкала природной пожарной опасности лесов Томской области отражает критический класс засухи, при котором достигается состояние пожарной зрелости участка.

3. Разработанная цифровая картографическая модель пожароопасности лесов Томской области отражает потенциальную горимость лесов при соответствующих погодных условиях.

Научная новизна исследования.

Впервые для природных условий Западно-Сибирского региона выведены



ключевые закономерности распространения территорий с разным типом пирологического режима. На основе ГИС-технологий создана факторная модель природной пожароопасности, которая является инструментом прогнозирования пирологических процессов на территории Томской области.

Практическое значение работы. Полученные данные позволяют оптимизировать систему мониторинга лесных пожаров и их последствий на обширных территориях таежных лесов Томской области, оптимизировать режим и маршруты авианатрульных полетов, планировать маневрирование силами и средствами пожаротушения, проводить профилактические мероприятия. Результаты работы могут использоваться при предварительном проектировании мероприятий лесо- и недропользования.

Апробация работы.

Содержание и основные результаты исследования изложены в 6 опубликованных работах.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав и заключения. Список литературы содержит 198 источников. Работа изложена на 174 страницах машинописного текста, содержит 63 рисунка, 7 таблиц и 9 карто-схем.

Во введении обосновывается актуальность темы, определяются цель и задачи исследования. В главе I рассмотрены объект и методы исследования, приводится физико-географическая характеристика территории. Глава II представляет собой обзор научной литературы по исследуемой проблеме и дает представление о теоретической и практической значимости проделанной работы. В главе III дана оценка пожарной обстановки на территории Томской области. Приводится характеристика фактической горимости и степени повреждения лесов огнем по территориально-административным образованиям области. Проанализированы появления в лесу огня и дана оценка роли антропогенного фактора в создании пожарной опасности на лесной территории. В главе IV дана оценка ландшафтно-экологических условия возникновения лесных пожаров. Выявлен ряд показателей, позволяющих ранжировать лесные участки по степени их пожароустойчивости. В главе V изложены методические подходы и схема расчета шкалы природной пожароопасности лесов Томской области. Глава VI посвящена методам создания цифровой картографической модели пожароопасности лесов Томской области. В заключении подведены итоги исследований, сформулированы основные выводы.

Исходные материалы и методы исследования.

При разработке модели пирологического режима территории Томской области в качестве исходной информации были использованы материалы многолетних наблюдений Томской базы авиационной охраны лесов. Подразделениями авиационной охраны леса на территории Томской области в период с 1993 по 2002 год было зафиксировано 2304 случая лесных пожаров. Данные авианатрулирования представлены в виде ежемесячных отчетов по 11 авиоотделениям с указанием лесотаксационного квартала, времени горения, класса пожарной опасности (КПО) и площади каждого лесного пожара.

Все случаи возникновения пожаров были нанесены на электронную топографическую карту Томской области (масштаб 1:200 000). В качестве географической привязки использованы сведения о положении пожара в системе лесотаксационной квартальной сети. Местоположением пожара условно считали центр лесного квартала. Картографическое представление лесопирологической ситуации позволило провести пространственный анализ связи фактической горимости растительности с комплексом природных факторов, влияющих на уровень пожароопасности лесных участков.

Материалом для сравнительно-географического анализа факторов пирогенеза послужила электронная ландшафтно-экологическая карта Томской области (масштаб 1:500000) (Изерская и др., 1996). Ландшафтно-экологическая карта содержит информацию о 9500 выделах по следующим направлениям: типы экосистем – кедровые, еловые и пихтовые, смешанные, темнохвойные, сосновые, березовые, осиновые, мелколиственные,

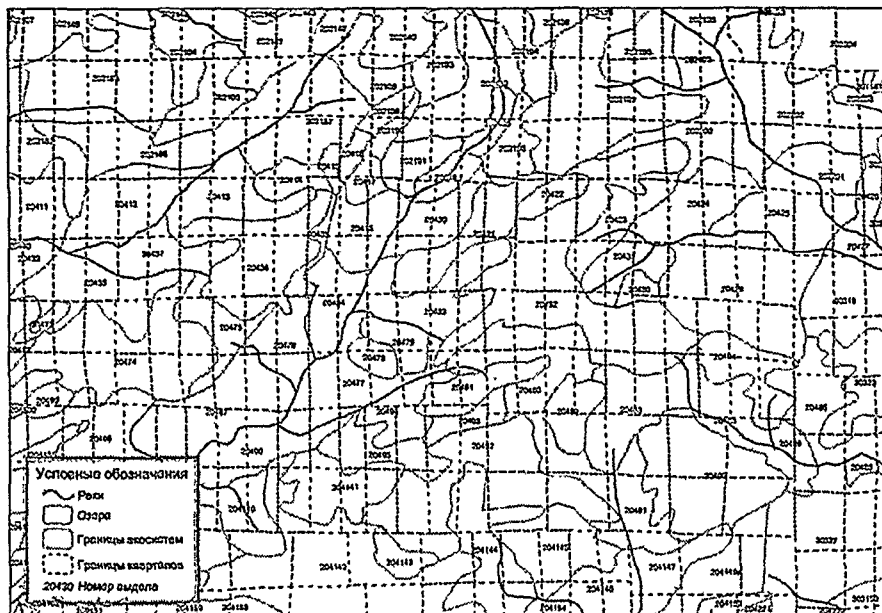


Рис. 1. Фрагмент электронной Ландшафтно-экологической карты и лесотаксационной квартальной сети Томской области (Тымский лесхоз, Верхнее-Тымское лесничество, масштаб 1:300 000) (Изерская и др., 1996)

Таблица 1.
Фрагмент легенды Ландшафтно-экологической карты (Изерская и др., 1996)

Номер выдела	Землепользователь	Тип экосистемы	Тип поверхностных отложений	Стратиграфический тип пород
20430	л во В Тымское	сосновый лес	суглинок	
20431	л_во В_Тымское	березовый лес	суглинок	плиоцен и нижне-четвертичные отл. Самаровской свиты
20432	л_во В_Тымское	верховое болото	торф	верхнечетвертичные торфяные отл.
20433	л во В Тымское	кедровый лес	суглинок	
20434	л во В Тымское	кедровый лес	суглинок	
20435	л во В Тымское	сосновый лес	торф	
20436	л_во В_Тымское	верховое болото	торф	верхнечетвертичные торфяные отл.
20437	л во В Тымское	кедровый лес	суглинок	
20438	л во В Тымское	кедровый лес	суглинок	
20474	л_во В_Тымское	верховое болото	торф	верхнечетвертичные торфяные отл.
20475	л_во В_Тымское	сосновый лес	суглинок	верхнечетвертичные отл. 1-ой надпойменной террасы

смешанные леса, вырубки и гари; болота дифференцированы на 4 типа – верховые, переходные, низинные и грядово-озерковый комплекс верховых болот. Информация об инженерно-геологических свойствах природных комплексов включает стратиграфо-генетический комплекс горных пород и инженерно-геологический тип пород. За основную единицу, выделяемую на карте, принято сложное урочище. Это природный комплекс определенной морфологической структуры, единой хозяйственной ценности, характеризующийся закономерным сочетанием мезоформ рельефа и растительных группировок. Легенда ландшафтной карты представляет собой компьютерную базу данных, которая содержит информацию о каждом (около 9500) выделенном контуре.

Ландшафтно-экологическая карта Томской области была использована в качестве природной основы для географического анализа уровня пожароопасности лесных насаждений. На основании этой карты для каждого лесотаксационного квартала было дано ландшафтное описание, включающее комплексную характеристику ландшафтообразующих факторов. Всего проанализировано 2 363 лесных квартала по 41 показателю. Сеть кварталов, в которых были зафиксированы случаи лесных пожаров, стали объектами детального изучения, цель которого - поиск показателей, надежно диагностирующих устойчивость природного комплекса к появлению огня.

На основе выявленных зависимостей сформулировано описание лесопирологических условий возникновения лесных пожаров при различных показателях погодного фактора. Полученная модель ранжирует растительность лесотаксационных кварталов по степени устойчивости к пожарам. Экстраполяция полученных на ограниченной территории зависимостей на остальную территорию основана на ландшафтном подходе, в основу которого заложено представление о взаимной обусловленности природных процессов.

В работе использована ГИС ArcView 3.2 и ГИС ArcMap 8. Весь анализ картографической информации выполнен на основе 17 созданных автором прикладных программ на языке программирования AvenU. Таким образом, для характеристики степени пирологических свойств таежной зоны Томской области был использован комплекс методов: сравнительно-географический, метод ключевых участков, статистический, метод математико-картографического моделирования.

Основные защищаемые положения и результаты исследования

1. Природные условия возникновения лесных пожаров на территории Томской области определяются пространственными закономерностями варьирования сочетаний следующих факторов: характер рельефа, климатические особенности, тип поверхностных отложений, состав древостоя.

В основу любого пирологического районирования заложен определенный перечень признаков, по которым для каждого лесного участка проводится оценка вероятности возникновения и распространения пожара. Первостепенное значение в этом случае приобретают методы ландшафтной индикации, базирующиеся на концепции о тесной взаимосвязи и взаимозависимости всех компонентов природного комплекса (Преображенский и др., 1988). Для выявления таких показателей был изучен целый комплекс качественных и количественных характеристик лесных насаждений: характер рельефа, состав растительности, тип поверхностных отложений. Для ранжирования территории области по степени горимости необходимо определить набор показателей, учитывающих разнообразие ландшафтных условий в масштабах лесотаксационного квартала, так как при среднемасштабных лесопирологических исследованиях основным элементом географической привязки лесного пожара является номер лесотаксационного квартала.

1.1. Состав древесной растительности как индикатор пожароопасности лесных насаждений

Важнейшая пирологическая характеристика лесных систем — запас горючих материалов. Именно свойства лесных горючих материалов (ЛГМ) и их местоположение в фитоценозе играют, по мнению большинства исследователей, определяющую роль в формировании пожароопасной ситуации. На условия возникновения пожара, характер развития и его последствия влияет так же неоднородность размещения ЛГМ в пространстве. В практике обычно учитывают и используют следующие характеристики: вид - биологические и таксационное описание ЛГМ, их запас и влагосодержание.

При изучении горимости лесного фонда Томской области для характеристики лесных горючих материалов использованы данные о породе-лесообразователе для каждого типа лесных насаждений. Источником данных о характере растительного покрова послужила электронная ландшафтно-экологическая карта Томской области (масштаб 1:500 000).

Шкала природной пожароопасности разработана отдельно для каждого типа древесной растительности и отдельно для средне- и южно-таежной подзоны исследуемой территории.

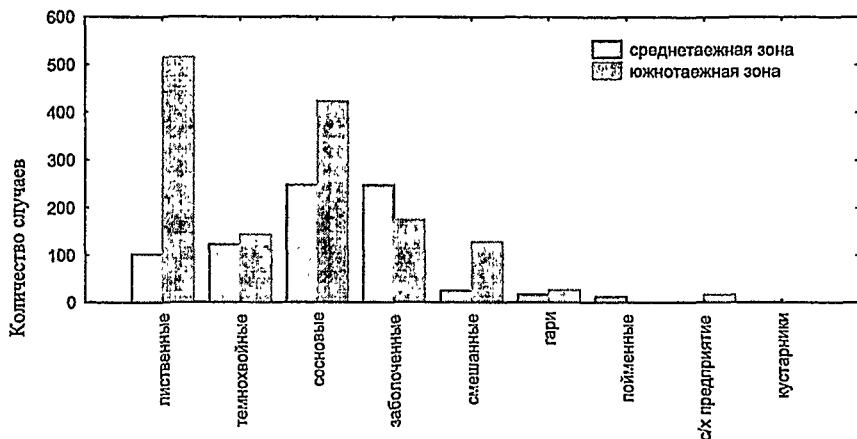
Средняя тайга в пределах Томской области охватывает Александровский район, бассейн р. Тьма и правобережье р. Кети (Непрякин, 1977). Наиболее широко здесь распространены темнохвойные и смешанные леса. В основном это кедровые (пихтово-кедровые, елово-пихтово-кедровые и чистые кедровые) нередко заболоченные леса. В бассейне р. Оби и р. Кети преобладают сосново-кедровые леса. В настоящее время коренных лесов сохранилось сравнительно немного, и располагаются они разобщенными массивами среди производных темнохвойно-мелколиственных, также часто заболоченных лесных сообществ. Леса сомкнуты, высота деревьев составляет 17-20 м. В напочвенном покрове лесов преобладают кустарнички (брусника, багульник, линнея, черника) и виды тазяного мелкотравья (майник, седмичник, плауны, хвощ лесной, осочки) с широким участием зеленых мхов. Среднетаежные леса располагаются крупными массивами только по долинам рек и по прилегающим к берегам участкам. На приречных склонах высокобонитетные леса сменяются заболоченными лесами, которые в центральной части междуречий переходят в болота.

Дополнительная опасность лесных пожаров в средней тайге связана с труднодоступностью этих районов, с поздним получением информации о наличии возгораний. Очень сложно устанавливаются причины лесных пожаров.

Южно-таежная зона занимает правобережье Васюгана, бассейны рек Чаи, Парабели, среднего Чулыма, междуречье Кети и Чулыма (Непрякин, 1977). Широким распространением здесь пользуются разнотравные елово-пихтовые леса с примесью кедра. Участки коренных елово-кедрово-пихтовых лесов чередуются с большими массивами темнохвойно-березовых, березовых и осиновых лесов, появившихся на месте гарей, шелкопрядников и промышленных рубок. На песчаных почвах распространены лишайниковые, беломошниковые и зеленомошниковые сосняки с примесью березы и кедра, относящиеся к "сухим" лесам. Леса имеют высокую продуктивность, деревья достигают в высоту 25-28 м. Леса южной тайги больше других пострадали от пожаров.

Автором установлено (рис. 2), что за исследованный период чаще других подвергались воздействию огня сосновые (29,7 % случаев) и лиственные насаждения (27,4 %). Известно, что сосновые леса характеризуются наибольшей пожарной опасностью по сравнению с другими — они имеют в своем составе больше легко воспламеняющихся видов горючих материалов, которые из-за меньшей затененности просыхают быстрее других.

Обращает внимание высокая фактическая горимость лиственных лесов, хотя как отмечает большинство исследователей, лиственные леса характеризуются незначительной пожарной опасностью. Более того, считается, что примесь лиственных пород к хвойным уменьшает пожарную опасность и их используют для создания заградительных барьеров против верховых пожаров.



Тип лесных насаждений

Рис. 2. Горимость лесов на территории Томской области в 1993–2002 гг.

Таблица 2.

Горимость лесов в Томской области за период 1993 – 2002 гг. (коэффициент горимости – количество пожаров на 100 тыс. га данного типа лесных насаждений)

Тип лесных насаждений	Среднетаежная подзона				Южнотаежная подзона			
	пожары, шт	площадь данного типа насаждений		коэф. горимости	пожары шт	площадь данного типа насаждений		коэф. горимости
		тыс га	%			тыс га	%	
сосновый лес	252	2140,6	26,6	12	417	2288,9	13,4	18
смешанный лес	29	5,7	0,1	50	128	96,8	0,6	132
лиственный	98	1675,5	21,6	6	523	7387,6	43,2	7
темнохвойный	122	1481,0	19,1	8	137	1861,5	10,9	7
заболоченный лес	247	1100,2	13,6	22	174	2019,4	12,5	8
болого	0	581,1	7,2	0		1944,3	10,7	
сельскохозяйственные предприятия	1	504,6	6,5	0	16	1077,1	6,3	1
гарь, вырубка	15	286,3	3,7	5	29	382,8	2,2	8
пойменный	12	269,8	3,5	4	0	48,6	0,3	0
Всего	784		100		1419		100	

Высокую фактическую горимость лиственных лесов можно объяснить сезонным изменением обстановки под древесным пологом. В весенний период древесный полог из

лиственных пород, как и подлесок, находится в безлистном состоянии и не оказывает влияния на скорость пинологического созревания напочвенного покрова, но поскольку он дает лиственный опад, то может увеличивать интенсивность низового напочвенного пожара в весенний и осенний периоды. По этой же причине значительная примесь лиственных пород к хвойным увеличивает в определенные периоды опасность возникновения пожара в смешанных лесах. По всей видимости, с этим обстоятельством связана установленная высокая относительная горимость смешанных лесов, особенно в южнотаежной зоне (табл. 2).

В условиях западно-сибирской тайги повышенная горимость лиственных лесов может быть так же связана со своеобразным экологическим условиям их местопрорастания. Лиственные леса, как правило, занимают наиболее повышенные хорошо дренируемые поверхности склонов, в то время как темнохвойные сообщества обычны для пониженных увлажненных мест. В связи с этим, не смотря на высокую воспламеняемость сухого хвойного опада, он дольше достигает состояния пожарной зрелости под густым пологом темнохвойных сообществ.

Под густой кроной темнохвойных лесов из-за большой затененности кустарниковая и травянистая растительность развивается слабо, и напочвенный покров состоит главным образом из подстилки и опавшей хвои. Густой полог препятствует просыханию напочвенного покрова, и опасность возникновения пожаров после дождя здесь наступает значительно позднее. Подстилка в этих лесах характеризуется большой плотностью и влажностью. В темнохвойных лесах пожары случаются реже, чем в сосновых, но если погода приводит горючие материалы в таких лесах в состояние, когда они могут гореть, то пожары отличаются высокой интенсивностью, часто (особенно в кедровниках) переходят в верховые и имеют катастрофические последствия. В условиях Томской области доля пожаров в темнохвойных сообществах за период исследования составила 11,8 %.

Установлена относительно высокая горимость заболоченных лесов. В ходе наших исследований выявлено, что пожары в заболоченных лесах обычны как для южной, так и для северной части области – 174 и 247 случаев за 10 лет, соответственно (рис. 1). На наш взгляд, это связано с большим запасом органического вещества, накапливающимся на поверхности почвы. В обычные по погодным условиям годы из-за повышенной влажности заболоченные леса редко достигают горимого состояния, но в экстремально сухие годы они горят не менее интенсивно, чем кедровые и сосновые леса. Так, например, в засушливый период в июле и августе 1993 – 1995 гг. заболоченные леса горели весьма интенсивно.

При исследовании пирогенной характеристики лесных насаждений выделена категория «сельскохозяйственных угодий». В эту группу были отнесены пожары, локализованные в пределах землепользования сельскохозяйственных предприятий. Эти случаи – всего 17 пожаров за 10 лет – в дальнейшем исключены из рассмотрения.

Таким образом, природа лесных пожаров весьма тесно связана с составом леса и географическими закономерностями его произрастания.

1.2. Рельеф как индикатор пожароопасности лесных насаждений

Масса горючего материала в лесном массиве и его влажность, как известно, зависят от рельефа и почвенно-грунтовых условий. В наших исследованиях влияние рельефа на пирологический режим растительного покрова оценивалось с помощью набора морфометрических характеристик поверхности: минимальная, максимальная и средняя высота поверхности, амплитуда высот, среднее квадратическое отклонение и энтропия полей высот рельефа.

Средняя абсолютная высота поверхности лесотаксационных кварталов, подвергавшихся в разное время воздействию лесных пожаров в среднем составляет 104,6 м (от 51 до 182 м над у.м.). Как видно на рис. 3, в среднетаежной зоне пожарам чаще

подвержена территория в пределах 65-115 м над у.м., в то время как в южной тайге прослеживается тенденция к увеличению числа пожаров на высоте 95 – 125 м над у.м. Очевидно, что эти различия связаны, прежде всего, с общим устройством поверхности Западно-Сибирской равнины. Для выяснения связи абсолютной высоты рельефа с пожароопасностью территории был рассчитан коэффициент горимости – количество установленных лесных пожаров на 100 тыс. га для каждой категории рельефа. Расчеты показали, что наибольшей вероятностью возникновения пожара обладают участки с высотой 85 – 125 м над у.м. на всей территории области, а на участках выше 155 м над у.м. пожары относительно редки.

Разные типы растительности, пройденные пожарами за изученный период, занимают неодинаковые позиции в рельефе. В средней тайге лиственные леса тяготеют к относительно низким поверхностям – 60 – 100 м, а темнохвойные леса занимают более высоко расположенные участки – 80-120 м. Сосновые и заболоченные леса занимают промежуточное положение. В южнотаежной зоне все растительные сообщества занимают приблизительно равные позиции.

Лесные массивы, сформированные на глинистых отложениях, в средней тайге встречаются только на территории, не превышающей отметки в 110 м. Сообщества, занимающие суглинистые породы, наиболее характерны для поверхностей 90-140 м, песчаные и торфяные образования обычны на участках с высотой 60 – 120 м. В южнотаежной зоне прослеживаются аналогичная тенденция, но менее выраженная.

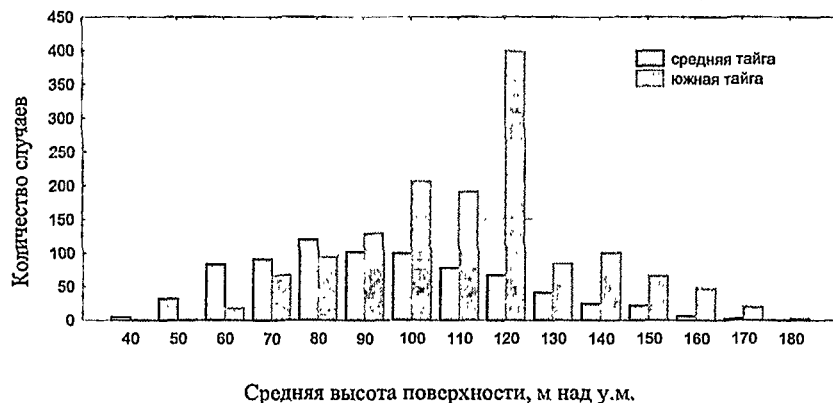


Рис. 3. Средняя высота поверхности лесотаксационных кварталов, пройденных пожарами в 1993 – 2002 гг.

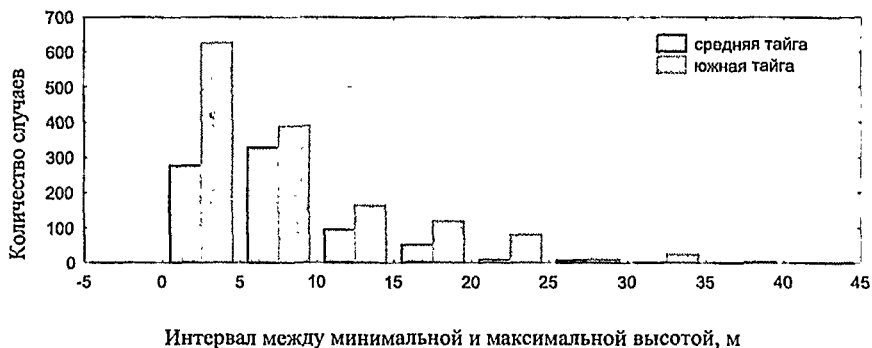


Рис. 4. Лесные пожары на участках с различной амплитудой высот рельефа

Более 86 % лесотаксационных кварталов, пройденных пожарами за 10-летний период, характеризуются изменением высот от 0 до 20 м, в редких случаях этот показатель может достигать 40 м. В южнотасжной зоне пожары часто бывают на ровных поверхностях (43,9% случаев – на участках с интервалом до 5 м) (рис. 4).

Энтропия высот (Н) участка характеризует степень выровненности поверхности рельефа относительно средней высоты участка. Максимальная энтропия у ровных поверхностей. С ростом расчлененности рельефа энтропия убывает (Черниковский, Алексеев, 2003; Порядил, 1985).

В средней тайге 94,6 % лесных пожаров произошли на территории, у которых $H < 2$. Можно предположить, что в северных районах в условиях относительно меньшей обеспеченности теплом большое значение для пирогенных процессов имеет степень горизонтальной расчлененности рельефа, т.е. частота чередования склонов разной крутизны и экспозиции. В этом случае обилие микроповышений создает условия для формирования контрастных по водному режиму местообитаний: склоновая поверхность обеспечивает отток избыточной влаги, за счет чего вершины склонов получают возможность более быстрого «пожарного созревания». В средней тайге эта закономерность прослеживается для всех лесных сообществ, а в южной тайге – только для темнохвойных и заболоченных лесов, т.е. для растительного покрова наиболее преувлажненных местообитаний.

Среднее квадратическое отклонение высот (S) характеризует меру отличия рельефа от горизонтальной плоскости, расположенной на уровне средней высоты участка, вертикальную расчлененность как размах между минимальным и максимальным значениями. Среднее квадратическое отклонение высот плоских поверхностей близко к нулю (Черниковский, Алексеев, 2003; Порядил, 1985).

Среднее квадратическое отклонение высот (S) на территории, пройденной пожарами, изменяется от 0 до 7,5 м. В среднетасжной зоне рельеф отличается большей равнинностью и выположенностью, в 84,3 % случаев относительное превышение – 2 м. В южнотасжной зоне вертикальная расчлененность рельефа более выражена.

Темнохвойные, сосновые и заболоченные леса – неустойчивые в пожароопасном отношении – в среднетасжной зоне, как правило, формируются на более наклонных поверхностях, в отличие от сообществ с преобладанием лиственных пород, которые часто занимают ровные поверхности. В южной тайге зависимость скорости пожарного созревания от сложности рельефа не установлена.

Морфометрические показатели рельефа (выровненность и расчлененность) позволяют для целей лесопирологического районирования сгруппировать выявленное разнообразие поверхностей по двум параметрам в несколько групп. Всего было выделено 4 типа поверхностей:

1-й тип – среднее квадратическое отклонение высот (S) – менее 2 м, энтропия высот (Н) – менее 2 (слабая расчлененность и значительное колебание высот относительно среднего). На фоне слабонаклонной поверхности происходит частое чередование относительных понижений и повышений рельефа, формирующих обилие склонов разной высоты и экспозиции. На участках такого типа формируется сложный комплекс участков разной степени увлажненности и, следовательно, с высокой контрастностью пирологических свойств.

2-й тип – среднее квадратическое отклонение высот (S) – менее 2 м, энтропия высот (Н) – более 2 (слабая расчлененность и значительная выровненность). Морфометрические показатели характеризуют плоские поверхности с преобладанием в рельефе длинных плоских склонов. Ровные и слабоогнутые водораздельные участки заняты преимущественно верховыми болотами с лишайниковыми сосняками на плоских возвышенностях. Здесь находятся наиболее бедные, наиболее обводненные местопрорастания.

3-й тип – среднее квадратическое отклонение высот (S) – 2 м и более, энтропия высот (H) – менее 2 (увеличение интервала между минимальной и максимальной высотами при значительном колебании высот относительно среднего). При общем относительно большом уклоне поверхности имеет место микросклоновая неоднородность участка. С ростом микроизрезанности рельефа растет доля прогрессивных и дренируемых наклонных участков, появляются более разнообразные условия местопроизрастания.

4-й тип – среднее квадратическое отклонение высот (S) – 2 м и более, энтропия высот (H) – более 2 (увеличение интервала между минимальной и максимальной высотами при значительной выравненности участка относительно среднего). Данные показатели диагностируют плоские поверхности со значительным уклоном.

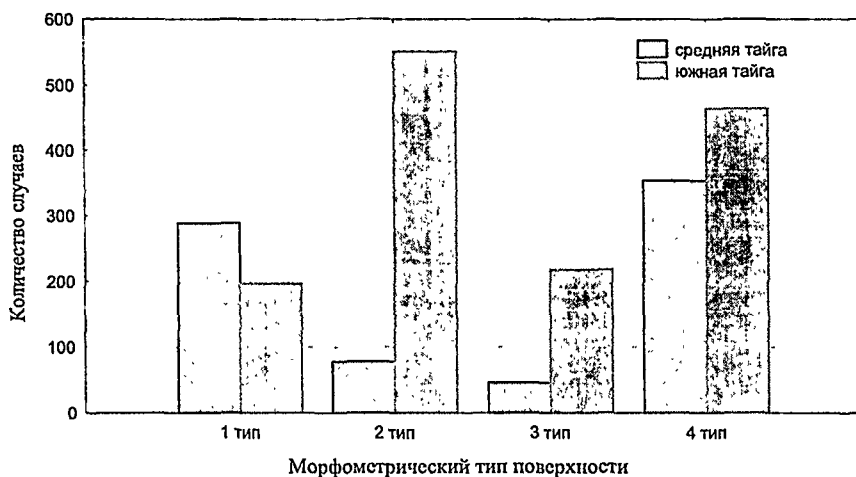


Рис. 5. Морфометрические свойства территории, пройденной лесными пожарами (описание в тексте)

В условиях средней тайги наиболее неустойчивы в пожароопасном отношении, являются поверхности с хорошо выраженной микросклоновой неоднородностью и со значительным наклоном поверхности. Длинные пологие склоны, как и обилие микросклонов различной крутизны создают лучшие условия для пожарного созревания лесных горючих материалов (рис. 5). Эта закономерность в средней тайге прослеживается для всех типов лесных насаждений. В южной тайге влияние характера рельефа на пожарную опасность растительного покрова не прослеживается.

1.3. Тип поверхностных отложений как индикатор пожароопасности лесных насаждений

Характер поверхностных отложений оказывает влияние на пирологические свойства лесного сообщества опосредовано, через формирование водного режима верхних горизонтов почвенной толщи. Степень обводненности почв контролирует степень пожарной зрелости как торфяных и перегнойных горизонтов, так и живого напочвенного покрова. При равных геоморфологических условиях уровень избыточной влажности на глинистых породах будет выше, чем на песчаных отложениях. Как показали наши исследования, лесные пожары случаются в лесах, сформировавшихся на породах самого разного гранулометрического состава. В средней тайге чаще других подвержены

воздействию огня леса на песчаных и супесчаных отложениях (30% случаев). Пожары так же обычны в заболоченных лесах, где верхние горизонты сложены органомной породой.

В южнотасжной зоне наиболее неустойчивыми в пожароопасном отношении являются лесные сообщества, сформированные на легких по гранулометрическому составу отложениях. Однако здесь бывают пожары в лесных сообществах на глинистых и суглинистых отложениях, что особенно характерно для лиственных и смешанных лесов.

Дополнительным фактором пожароопасности на песчаных породах является доминирование в напочвенном покрове зеленых мхов и лишайников. Как известно, лесные горючие материалы этой группы, увлажняясь за счет атмосферной влаги, быстро отдают ее обратно в атмосферу и в засушливую погоду их влажность быстро снижается. С другой стороны, глинистый и суглинистый состав отложений создает предпосылки для возникновения пожара за счет накопления на поверхности значительного количества ЛГМ в виде опада, который при соответствующих погодных условиях способен поддерживать горение. Таким образом, можно предположить, что лесные сообщества на глинистых и суглинистых отложениях в пожароопасном отношении более требовательны к комплексу погодных условий, и при продолжительной засухе могут достигать пожарной зрелости. Как видно на рис. 6, при КПО равном I, лесные сообщества, занимающие глинистые и суглинистые отложения, практически не горимы, а при КПО от II до V эти растительные сообщества достигают пожароопасного состояния в 2,5 – 3 раза реже, чем растительный покров на песчаных отложениях.

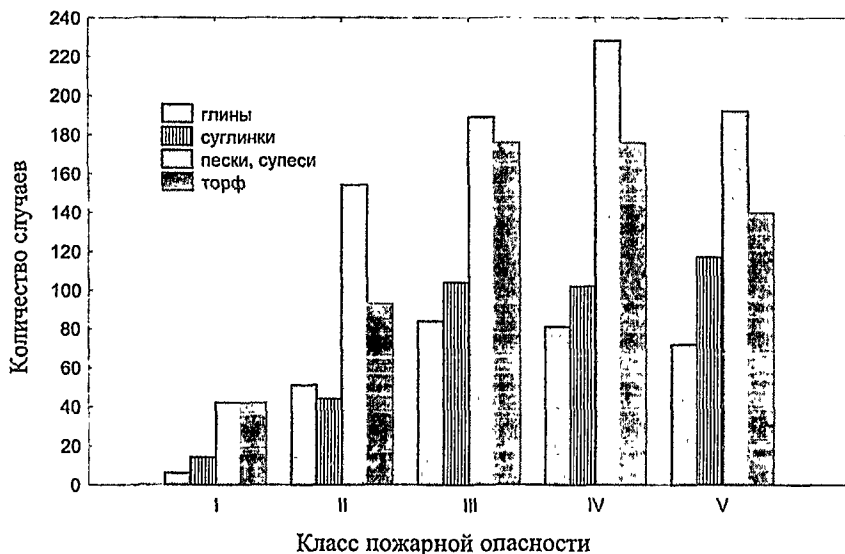


Рис. 6. Характеристика свойств поверхностных отложений территории, пройденной лесными пожарами (характеристика КПО в тексте)

2. Шкала природной пожарной опасности лесов Томской области отражает критический класс засухи, при котором достигается состояние пожарной зрелости участка

Предварительный анализ связи степени пожароопасности растительности с физико-географическими условиями показал, что к числу основных показателей ландшафта,

наиболее тесно связанных с потенциальной горимостью западносибирской тайги относятся: контрастность рельефа, видовой состав леса, характер поверхностных отложений и географическая широта в целом. Сведения об этих элементах положены нами в основу разработки региональной шкалы пожароопасности лесов Томской области. Методический подход к созданию этой шкалы основан на установлении критического класса засухи, при котором достигается состояние пожарной зрелости участка.

При разработке шкалы природной пожароопасности была использована информация только о тех лесотаксационных кварталах, в которых более 90% территории занято растительностью одного типа (по материалам ландшафтно-экологической карты масштаб 1:500000). Из статистической обработки на данном этапе были исключены лесотаксационные кварталы, включающие несколько типов растительности, так как практически не возможно определить фрагмент лесотаксационного квартала, где началось развитие пожара. Это, с одной стороны, сильно ограничило выборку, но с другой стороны, позволило повысить достоверность полученных выводов. На данном этапе при исследовании критического класса засухи использованы данные о 917 лесных пожарах (43% всех случаев за 10 лет).

Каждый случай возникновения пожара характеризуется двумя показателями КПО — «по факту» и расчетным. КПО «по факту» соответствует показателю, установленному метеорологами по данным ближайшей метеостанции на день обнаружения пожара. При исследовании фактической горимости лесов было сделано предположение, что данные КПО «по факту» не отражают *потенциальной* способности горения лесного горючего материала при данных погодных условиях. Так, при КПО равном II, горение возможно не только на лесных участках, достигающих пожарной готовности при данном КПО, но и на участках, достигших пожарной зрелости уже при КПО равном I. В период, когда погодные условия соответствуют III классу пожарной опасности, очаги возгорания были зафиксированы на участках, готовых к горению при КПО = III, а так же достигших пожарной зрелости ранее - при КПО равном II и КПО равном I. Следовательно, в группу случаев с КПО равном V относятся любые лесные насаждения, способные гореть при самых разных погодных условиях. Таким образом, на основании КПО «по факту» не возможно сделать выводов о *потенциальной* готовности участка к появлению огня. Поэтому для выявления естественных пожароопасных свойств лесных участков нами был проведен перерасчет КПО по следующей схеме: все случаи лесных пожаров, зафиксированных при КПОфакт равном I для данного типа растительности, рассматривались отдельно. Для этой группы выделялись общие признаки, позволяющие отнести эти случаи к одной группе. Затем всем случаям данного типа насаждений, обладающих такими признаками, присваивался КПОрасч = I. Далее из группы случаев, фактически горевших при КПОфакт. равном II, исключали лесные участки, обладающими свойствами, характерными для группы КПОрасч = I. После исключения участков с признаками КПОрасч. = I, для оставшихся случаев лесных пожаров выделяли общие признаки и присваивали им КПОрасч = II. На следующем этапе из группы лесных пожаров, зафиксированных при КПОфакт. = III, соответственно последовательно исключали пожары с КПОрасч = I и КПОрасч = II, а оставшимся случаям возгорания присваивали КПОрасч = III и т.д. Таким образом, для каждого типа лесных насаждений удалось выявить признаки, при которых лесной участок достигает пожарной зрелости.

Лесофизиологическая шкала рассчитана для всего периода лесопожарного сезона, так как скорость пожарного созревания зависит в решающей степени от текущих погодных условий, а повторяемость таких условий определяется внутрigoдовой динамикой температуры и влажности.

В процессе предварительного анализа, установлено, что ведущая роль при индикации степени пожароопасности лесов принадлежит составу древостоя, поэтому критический класс засухи устанавливали отдельно для каждого типа растительности.

Таким образом, был установлен набор признаков растительности, позволяющих ранжировать лесные участки по степени их устойчивости к лесным пожарам (таблица 3).

Так, в сосновых лесах среднетаежной зоны в правобережье р. Оби на песчаных отложениях в условиях гривистого и полого-наклонного рельефа пожары могут возникать при КПО равном I. При КПО равном III пожароопасного состояния достигают все остальные сосновые леса, формирующиеся на легких отложениях. В южной тайге в правобережье р. Оби сосновые леса достигают «пожарного» состояния при КПО равном II на песчаных и супесчаных отложениях, на глинистых и суглинистых отложениях - при КПО равном III. В левобережье Оби пожары в сосновых лесах могут развиваться при КПО равном IV.

Лиственные леса в средней тайге могут гореть в любых условия местопроизрастания при КПО = IV. В южной тайге лиственные леса достигают пожарной зрелости при КПОрасч. =II, если они сформированы на участках песчаных и супесчаных пород в условиях хорошо выраженной неоднородности рельефа в Кеть-Тымском или Приобско-Чулымском геоморфологическом районах. При КПО = III потенциально горимы лиственные леса на глинистых и суглинистых отложениях при условии выраженного рельефа. При КПО = IV пожары возникают на плоских выровненных поверхностях, преимущественно на слабодопроницаемых породах (глины и суглинки).

Таблица 3.

Шкала природной пожароопасности лесов Томской области

Класс пожарной опасности	Характеристика лесных насаждений
I	Сосновые леса среднетаежной зоны в правобережье р. Оби на песчаных отложениях в условиях гривистого и полого-наклонного рельефа.
II	Сосновые леса южнотаежной зоны в правобережье р. Оби на песчаных и супесчаных отложениях. Лиственные леса южнотаежной зоны на песчаных и супесчаных породах в условиях хорошо выраженной неоднородности рельефа в Кеть-Тымском или Приобско-Чулымском геоморфологических районах. Темнохвойные леса южнотаежной зоны. Заболоченные леса среднетаежной зоны в Среднеобском или Приобско-Чулымском геоморфологических районах.
III	Сосновые леса южнотаежной зоны в левобережье р. Оби на суглинистых отложениях. Лиственные леса на глинистых и суглинистых отложениях при условии контрастного рельефа. Смешанные леса в южной тайге на территории Кеть-Тымской и Приобско-Чулымской геоморфологических областей, сформированные на глинистых отложениях в условиях хорошо выраженного рельефа.
IV	Сосновые леса среднетаежной зоны в левобережье р. Оби. Лиственные леса в любых условиях местопроизрастания, в том числе на плоских выровненных поверхностях, преимущественно на слабодопроницаемых породах (глины и суглинки). Темнохвойные леса среднетаежной зоны на легких отложениях, в условиях хорошо выраженного рельефа в Приобско-Чулымском геоморфологическом районе.
V	Все лесные насаждения

В средней тайге в темнохвойных лесах пожары развиваются при КПО не ниже IV в лесных массивах, расположенных на легких отложениях, в условиях хорошо выраженного рельефа в Приобско-Чулымском геоморфологическом районе с конца июня по середину августа. В южной тайге темнохвойные леса достигают пожароопасного состояния при КПО = II на всей территории области. В темнохвойных насаждениях прослеживается тенденция к появлению пожаров в июле и августе и практически полному отсутствию темнохвойных пожаров в весенний период.

Смешанные леса в южной тайге достигают пожарной зрелости при КПО = III, им подвержены участки на территории Кеть-Тымской и Приобско-Чулымской геоморфологических областей, сформированные на глинистых отложениях в условиях хорошо выраженного рельефа. В средней тайге пожары в смешанных лесах редки из-за их ограниченного распространения.

Заболоченные леса в среднетаежной зоне достигают потенциально горимого состояния при КПО = II, если они расположены в Среднеобском или Приобско-Чулымском геоморфологическом районе. Большинство пожаров приходится на летний период (июль-август). В южной тайге есть вероятность развития пожаров при КПО = II в течение всего весенне-летнего сезона. Характерно, что в пределах лесотаксационного квартала, как правило, есть фрагменты поверхности, сложенной песчаными отложениями. Вероятно, для появления огня необходимым условием являются наличием участков с более сухим лесным горючим материалом, а развитие и распространение пожара обеспечивает запас горючих материалов, в обилии присутствующий в заболоченных экотопах.

4. Цифровая картографическая модель пожароопасности лесов Томской области отражает потенциальную горимость лесов при соответствующих погодных условиях

Под созданием факторной математической модели природной пожароопасности лесов Томской области понимается процесс, при котором каждому контуру Ландшафтно-экологической карты ставится в соответствие описание уровня пожароопасности согласно закономерностям, установленным при исследовании уже пройденных пожаром участков. Поиск соответствия между содержанием каждого контура ландшафтно-экологической карты и природным уровнем пожароопасности составляет основу процесса пириологического дешифрирования контурной сети ландшафтной карты.

Главное назначение созданной картографической модели – оценка ожидаемой горимости лесов региона, лесхоза, отделения авиоохраны. Оценка горимости может быть долгосрочной, если проводится на весь пожароопасный сезон (для стратегических решений) и краткосрочной, если требуется оперативная оценка динамики ежедневных пожаров.

Пользование предлагаемой лесопириологической моделью для оперативного определения пожарной опасности заключается в следующем: прежде всего, необходимо определить величину комплексного показателя засухи на конкретный день, что позволяет выяснить, какие лесные участки могут гореть в данных погодных условиях. Электронная карта квартальной сети преобразуется в карту текущей природной пожарной опасности, на которой показано состояние готовности участков леса к горению. Для этого сравнивают показатель засухи конкретного дня с критическими классами, указанными в пириологическом описании каждого квартала. Если показатель засухи меньше критического, то состояние готовности негоримое, если больше, то горимое, при равенстве текущего класса засухи и критического состояние оценивается как переходное. Лесотаксационные кварталы на карте автоматически раскрашиваются или штрихуются в соответствии с тремя градациями: готовые, неготовые к горению и имеющие неопределенное (переходное) состояние. Таким образом, на электронной ландшафтно-экологической карте в заданных границах отображается территориальное расположение участков леса, пожароопасных в этот день. Пространственное представление об уровне пожарной опасности охраняемой территории позволяет принимать соответствующее хозяйственное решение.

На карте природной пожарной опасности лесов дополнительно выделена зона повышенной плотности антропогенных источников огня. Эта территория находится в радиусе 10 км от населенных пунктов. В ее пределах, как установлено нашим

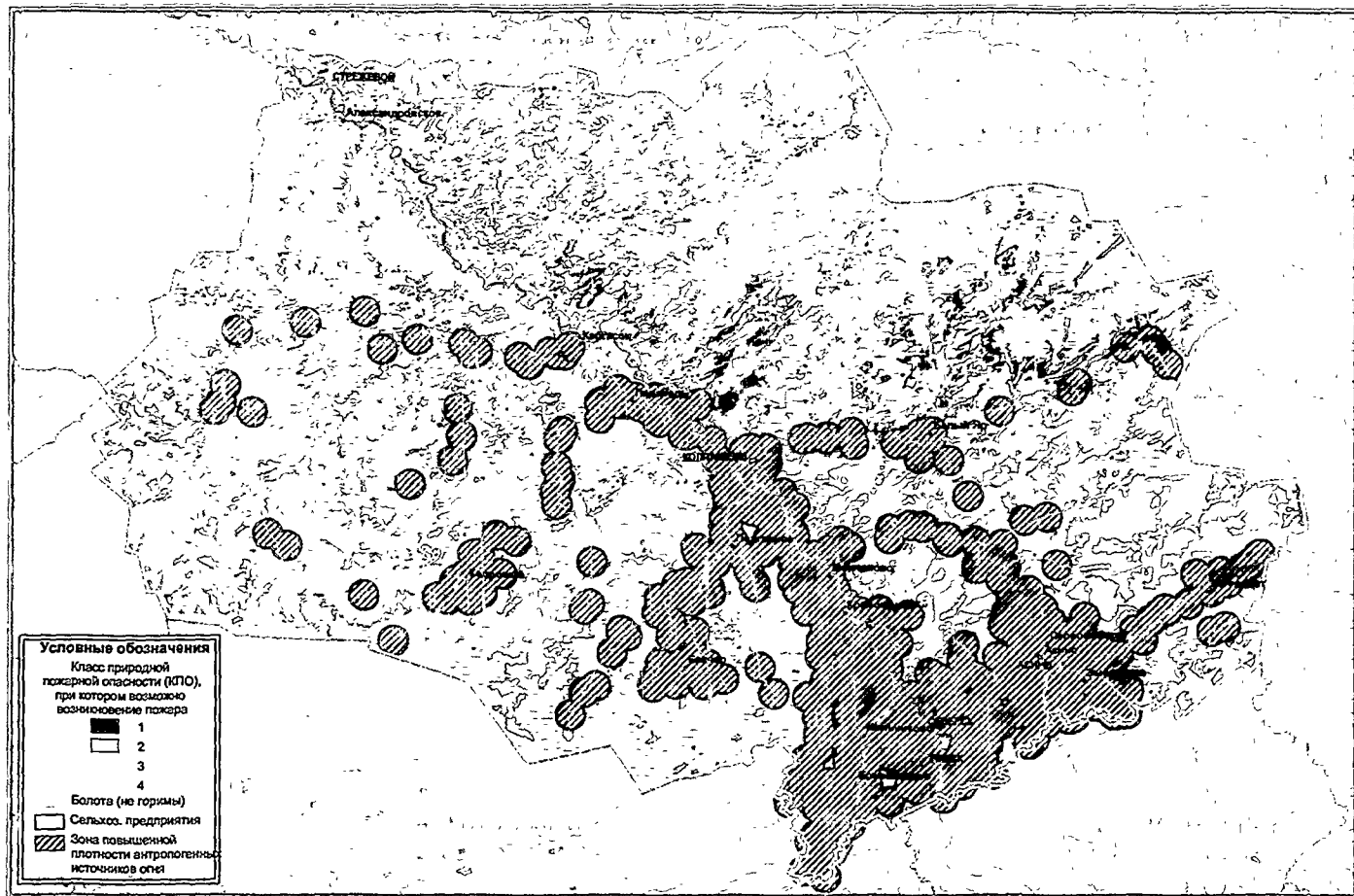


Рис. 7. Карта-схема природной пожароопасности лесов Томской области

исследованием, происходит 81% возгораний (рис. 7). Эта территория требует особых мер пожарной охраны, как наиболее уязвимая с точки зрения появления лесного пожара.

Таким образом, на основе выявленных закономерностей создана цифровая картографическая модель природной пожароопасности территории средне- и южнотаежной подзоны Томской области с учетом плотности антропогенных источников огня. Предложенная модель дает целостное представление о характере пожароопасности района исследования и отражает специфические особенности в этом аспекте отдельных территорий. Масштаб картографической модели позволяет увидеть общие закономерности с одной стороны, и дать достаточно подробную для предварительной оценки характеристику горимости таежных лесов, с другой стороны.

Основные результаты и выводы

1. Установлено, что лесные пожары, возникающие по вине человека, отличаются от природных как высокой частотой, так и чрезвычайно неравномерным распределением по территории. Антропогенное влияние в виде дополнительных источников огня прослеживается на расстоянии до 10 км от населенных пунктов и на 3 км от дорожной сети.
2. Установлено, что к числу основных элементов ландшафта, наиболее тесно связанных с потенциальной горимостью западно-сибирской тайги, относятся в первую очередь: степень контрастности рельефа, характер поверхностных отложений и состав древесной растительности.
3. Выявлено, что высокой природной пожароопасностью обладают в средней тайге основные и заболоченные леса, в южной тайге – сосновые и лиственные сообщества, самой высокой горимостью отличаются территории со смешанными лесами. Наиболее пожароопасны лесные массивы на песчаных и супесчаных отложениях.
4. Показано, что в южнотаежной зоне пожары часто бывают на ровных поверхностях, в то время как в средней тайге наибольшее число пожаров отмечено на относительно расчлененных участках.
5. Разработана шкала природной пожарной опасности лесов Томской области, отражающая критический класс засухи, при котором достигается состояние пожарной зрелости каждого выделенного участка.
6. Разработана цифровая картографическая модель природной пожарной опасности территории Томской области.

Список работ опубликованных по теме диссертации

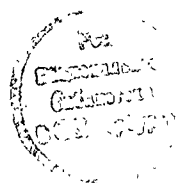
1. Янко И. В. Анализ лесопожарной обстановки в Томской области в конце 20 века и попытка краткосрочного прогноза // IV Сиб. школа молодого ученого: Мат. VII Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых ТГПУ. Томск. 17-19 декабря 2001г. Т. 1. Естественные и точные науки. – Томск: Издательство ТГПУ, 2001. С. 127-131.
2. Янко И. В. Лесные пожары на юге-востоке Западно-Сибирской равнины // Проблемы гляциоидроклиматологии Сибири и сопредельных территорий. Тез. докл. – Томск, 2002. С. 132-134.
3. Янко И. В. Пожароопасность на территории Западной Сибири // Проблемы гляциоидроклиматологии Сибири и сопредельных территорий. Тез. докл. – Томск, 2002. стр.134-135.
4. Янко И. В. К эффективности организации управления охраной лесов и борьбы с лесными пожарами. // География и регион. IX. Природопользование и экологический мониторинг: Мат. Междунар. науч-практ. конф. ПГУ. Пермь. 30 сент.- 4 окт. 2002. – Пермь: Перм. ун-т., 2002. С. 88-91.
5. Янко И. В. Проблемы экологической безопасности при борьбе с лесными пожарами // Гуманитарные исследования и их роль в развитии педагогического образования ТГПУ. Томск. 29 октября 2004г. Мат. Междунар. конф. - Томск, 2004. Т.2. С.104-107.
6. Янко И. В., Горина Н.В., Комкова А.П. Оценка пожарной опасности лесов в системе экомониторинга нефтяных месторождений // Мат. III Междунар. конф. «Ресурсы недр России: экономика и геополитика, геотехнологии и геоэкология, литосфера и геотехника». – Пенза: Пенз. ун-т, РИО ПГСХА, 2004. С. 52-54.
7. Методические рекомендации по организации и проведению мероприятий по недопущению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в период пожароопасного сезона на территории Томской области.: Учебно-метод. пособие / Сост.: Лощинкин В. В., Горина Н. В., Янко И. В., Акулов А. А.; – Томск: DesignBand, ООО «Атри», 2005. 80 с. (в печати)

РНБ Русский фонд

2007-4

12532

25 ОКТ 2005



Подписано в печать 16.09.2005. Формат 60x84¹/₁₆

Объем 1,0 усл.печ.л. Тираж 100 экз.

Отдел полиграфической продукции Администрации Томской области
634050, г. Томск, пл. Ленина, 6.

Тел.: 510-456