Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Горно-Алтайский государственный университет»

А.Н. Дмитриев
С.Ю. Кречетова
Н.А. Кочеева

ГРОЗЫ И ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ ОТ ГРОЗ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Монография

Горно-Алтайск
Горно-Алтайский государственный университет
2011

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Горно-Алтайского государственного университета

ББК 26.232(2 Рос=Алт)
Д 53

Дмитриев А.Н., Кречетова С.Ю., Кочеева Н.А.
Грозы и лесные пожары от гроз на территории Республики Алтай: монография / Дмитриев А.Н., Кречетова С.Ю., Кочеева Н.А. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2011. – 156 с.

ISBN 978-5-91425-065-9

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук **А.Д. Дучков**
доктор географических наук **М.Г. Сухова**

Ответственный редактор
доктор геолого-минералогических наук **М.М. Буслов**

В монографии рассмотрена и проанализирована грозовая активность за период с 1955 по 2007 гг. по данным Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Алтай. Подтверждена ранее выявленная региональная космофизическая специфика проявления гроз на территории республики, которая складывается из влияния активности Солнца и Галактических космических лучей.

Рассмотрены особенности возникновения лесных пожаров от действия молниевых разрядов. Выявлена их пространственная приуроченность к активным глубинным разломам. Во временном срезе вскрыта связь возникновения грозовых лесных пожаров и активности Солнца.

Книга предназначена для служб и специалистов МЧС, охраны леса, для метеорологов, географов, геофизиков, геологов, экологов и др. Она также может быть полезна для студентов старших курсов и аспирантов.

ISBN 978-5-91425-065-9

© Дмитриев А.Н., Кречетова С.Ю., Кочеева Н.А., 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **5**

ГЛАВА 1. ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕСНЫХ ГРОЗОВЫХ ПОЖАРОВ **9**

1.1. Классификация лесных пожаров и основные причины их возникновения 10

1.2. Условия возникновения лесных пожаров от гроз 14

1.3. Методы оценки грозовой пожароопасности лесных участков 17

ГЛАВА 2. КОСМОФИЗИЧЕСКИЕ И ПЛАНЕТОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ГРОЗОВЫХ ЯВЛЕНИЙ **22**

2.1. Проблемы изучения гроз 22

2.2. Космо-, гелио- и геолого-геофизические условия формирования гроз 24

2.3. Избирательная поражаемость линейных молниевых разрядов 30

ГЛАВА 3. ГРОЗОВАЯ АКТИВНОСТЬ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ **34**

3.1. Краткая географическая справка 35

3.2. Особенности сети метеостанций 40

3.3. Исходные данные о грозах 43

3.4. Сезонный ход грозовой активности 44

3.5. Районирование территории по степени грозовой активности 48

3.6. Суточный ход грозовой активности 52

3.7. Связь гроз с солнечной активностью 57

3.8. Связь с космогеофизическими факторами 61

3.9. Связь гроз с сейсмической активностью региона 67

3.10. Региональные особенности гроз 69

ГЛАВА 4. ГРОЗОВАЯ ПОЖАРООПАСНОСТЬ ЛЕСОВ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ **77**

4.1. Общая характеристика пожарной опасности лесов 77

4.2. Особенности возникновения грозовых пожаров 80

4.3. Влияние космофизических факторов 86
4.4. Влияние геолого-геофизических факторов..... 91
ГЛАВА 5. ГРОЗЫ И ГЛОБАЛЬНАЯ..... 97
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ..... 97
5.1. Разломы земной коры и Глобальная электрическая цепь (ГЭЦ)..... 99
5. 2. Феномены микрогеофизических объектов в геоактивных зонах..... 108
5.3. Грозовые явления «нового поколения» 113
5.4. Феноменология Молниебойного хребтика 118
5.5. Интерпретация результатов исследований Молниебойного хребтика 125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 133
ЛИТЕРАТУРА 137
ПРИЛОЖЕНИЕ. ОТДЕЛЬНЫЕ РИСУНКИ К ГЛАВАМ 146

ВВЕДЕНИЕ

Длительное изучение грозовой активности на территории Республики Алтай было вызвано рядом причин. Укажем на некоторые из них: геолого-геофизическая специфика исследуемого региона; разнообразие и высокая энергоемкость молниевых разрядов; отчетливые признаки модификации грозовых процессов; периодизация интенсивности лесных пожаров, возникающих от действия молниевых разрядов.

В общей программе изучения геолого-геофизической среды Алтае-Саянской складчатой области со стороны Института геологии и геофизики Сибирского Отделения Академии наук СССР (ИГиГ СО АН СССР) в 1979 году была сформулирована новая научная проблема секретного характера. Эта проблема охватывала довольно широкий круг вопросов, касавшихся специфики околоземного пространства и характеристик геофизических полей. Основное внимание при этом было направлено на изучение гравитационного поля (в связи с пуском крупнотоннажных ракет по тангажным плоскостям восточного направления, со стороны космодрома Байконур в Восточном Казахстане), а также на изучение необычных вариаций электрических и магнитных полей. Сердцевину этой проблемы – «Необычные явления в атмосфере и ближнем Космосе» – составляла задача по установлению природы и общей закономерности проявления светящихся аэрономических объектов в приземной атмосфере (включая и стратосферные высоты). В составе программы решаемых региональных задач периода 1979–1991 гг. (по постановлению Президиума АН СССР и Министерства Обороны СССР) содержались и задачи попутного изучения грозовых процессов. Эти задачи решались с повышенным вниманием к аномальным, редко встречающимся необычным энергоемким грозовым разрядам. Осуществлялся поиск реагирования гроз на ракетные пуски. Изучались шаровые молнии (диаметром от сантиметров до нескольких метров). Как впоследствии выявилось, чаще всего эти события наблюдались в геоактивных зонах – участках максимальной сгущенности активных разломов. Кроме того, «изучение гроз» было хорошим прикрытием для решения вышеуказанных задач военно-прикладного профиля, то есть «грозоактивность Горного Алтая» широко (где это было необходимо) использовалась как «надежная легенда», когда требовалось открыто обозначить содержание полученных экспедиционных результатов в общих отчетах.

В конечном итоге к 1991 г по названной теме в режиме секретности накопились достаточно обширные материалы по грозовым и, как впоследствии было сформулировано, «Природным самосветящимся образованиям» (ПСО) (Дмитриев, 1998).

Надо подчеркнуть, что огромную помощь (в плане информационной достоверности и обширности территории сбора сведений) исследователи получали от служб ПВО по Саянам и Горному Алтаю, которые были локализованы на Семинском перевале, на хребтах Танну-Олла и Чихачева. Таким образом, наш выход непосредственно на проблему «Грозовая активность Горного Алтая» имел свою немаловажную предысторию. Это и обусловило специфику нашего изучения гроз по сравнению с классическими подходами метеорологов и грозологов, что легко обнаружится при чтении работы.

Специфика современного этапа изучения гроз состоит в необходимости учета ускоряющейся модификации природной среды. При этом отметим, что ускоренное развитие преобразования климатической машины Земли уже сопровождается возникновением рядов краткосрочных (недели) необычных энергоемких и разнообразных погодных структур, пришедших на смену бывшим длительным погодным и синоптическим обстановкам. В составе общего перечня «погодных новостей» все более существенное значение приобретают грозовые процессы, которые лидируют по скорости обновления своего планетного функционального репертуара, возрастанию энергоёмкости и разнообразию проявления. Естественно, что наряду с влагооборотным и озоновым значением, грозы все более масштабно «преобразуются» в разрушительные процессы, на первом месте среди которых стоят разнообразные грозопожары. По общей значимости, по крайней мере за последние 30 лет, лесные пожары от гроз уверенно вышли среди повреждающих факторов на одно из первых мест.

Изучение гроз на территории Республики Алтай (архив данных наблюдательных описаний гроз по сети гидрометеостанций (ГМС) насчитывает более 16 тыс. событий) привело к обнаружению региональной и локальной специфики грозовых процессов. Были выявлены общие закономерности периодизации грозовых процессов и миграции грозовых очагов во времени и пространстве. Выявлены и закартированы участки повышенной встречаемости и энергоемкости гроз. Для исследуемой территории вскрыта четкая связь грозопроявлений от периодизации Солнечной активности, Галактических космических лучей (ГКЛ) и других факторов.

Естественно, что разработка новых методов исследования сопровождалась резким возрастанием объема информационного пространства за счет учета:

a) средовых природных характеристик: геолого-геофизических, климатических, метеорологических;
b) космофизических параметров воздействия: вариации потоков солнечного ветра, широкодиапазонных ЭМИ, вариации ГКЛ;

c) техногенных воздействий на оболочки планеты: ракетные пуски, воздушные и подземные ядерные взрывы, линии высоковольтных электропередач, проволочные ограды мараловодческих хозяйств и др.

Необходимо также отметить, что планомерно начавшееся в 90-х годах региональное изучение грозовых процессов в Республике Алтай (с 1995 г.) к настоящему времени довольно полно отображено в печати. Итогом первого этапа этих исследований является коллективная монография «Грозовая активность Горного Алтая» (Дмитриев и др., 2006), в которой изложены суть проблемы и основные закономерности проявления грозовых процессов в период с 1955 по 2003 гг.

В данной работе приведены материалы по изучению гроз, произошедших на территории республики с 1955 по 2007 года. Также проанализированы особенности возникновения лесных пожаров от действия молниевых разрядов в период с 2001 по 2007 гг. При этом рассмотрены вопросы причин неравномерной встречаемости пожаров и более детально вскрыты взаимосвязи гроз со средовыми характеристиками не только земного генезиса, но и с космофизическими факторами.

По мере продвижения по схеме этапов решения общей задачи, мы все полнее ощущали хроническую недоизученность самой природы и физики грозовых процессов. Возникшее в последнее десятилетие предположение о грозах как о «космоземных муфтах электромагнитного сцепления» продолжало укрепляться по двум направлениям. Учет множащихся существенных сведений о космических причинах проявления гроз вынуждает перейти к очередному предположению. Основа этого предположения состоит в том, что в Солнечной системе в качестве сквозьсистемного и непрерывного энергоемкого процесса выступают именно молниевые разряды. По существу эти «сквозные» системные процессы создают структурную и энергетическую основу для функционирования своеобразной «Грозосферы». Такие соображения послужили поводом к поиску грозосферных признаков в пределах всей нашей планеты.

Согласно этим представлениям, в данной работе изложена попытка объяснения феноменологии грозовых процессов с помощью идей Глобальной электрической цепи (ГЭЦ). Модель ГЭЦ (Анисимов, Мареев, 2008) допускает широкий поиск возможных «внутренних» связей гроз с вариацией состояний и частот межгеосферных взаимосвязей.

Конечно, эта длительная и трудоемкая работа была бы невозможна без помощи со стороны большого количества специалистов различных научных направлений. Всем им мы приносим искреннюю и глубокую благодарность.

Благодарим тех, кто оказал особую помощь авторам монографии. Прежде всего, это Алексей Юрьевич Гвоздарев – наш постоянный критик и чуткий, хорошо осведомленный

помощник. За постоянный интерес к исследованиям и плодотворное сотрудничество мы признательны работникам Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Алтай и Сергею Дмитриевичу Капустину, старшему летчику наблюдателю Автономного учреждения Республики Алтай «Авиалесоохрана».

Большую благодарность выражаем специалисту по грозовым лесным пожарам Валерию Александровичу Иванову, специалистам по грозам Валентине Петровне Горбатенко, Виктору Арслановичу Муллаярову и Владимиру Ильичу Козлову. Их исследования оказали нам серьезную методическую помощь. Результаты их исследований послужили своеобразным ориентиром в поиске подходов к решению поставленных перед нами задач и в разработке схемы интерпретации результатов собственного исследования.

Естественно, все упомянутые лица не разделяют ответственность с авторами за содержащиеся в книге изъяны и суждения.

То, насколько удачной или неудачной была наша попытка углубить понимание грозовой активности, с течением времени решит Природный Трибунал Факта.

ГЛАВА 1. ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕСНЫХ ГРОЗОВЫХ ПОЖАРОВ

Проблема лесных пожаров в последние 2-3 десятилетия становится все более актуальной по ряду существенных причин. До предела обостряются вопросы пожарной безопасности и растут объемы экономических потерь от горения не только лесных массивов, но и населенных пунктов. В последние годы проблемы пожарной безопасности приобретают важнейшее значение для сохранения общей безопасности жизненных процессов на Земле в целом, и особенно для отдельных стран и их регионов. Ярким примером таких событий являются крупномасштабные пожары лета 2010 года на территории Центральной России. И дело не столько в масштабе и реальности суммарных потерь от этого «пожарного процесса», сколько в том, что все более четко проявляется тренд «демократизации» пожаров подобного рода.

Скоростная и энергоемкая перестройка климатической машины Земли сопровождается значительным ростом числа и распространенности процессов горения, что надежно регистрируется наземной и спутниковой системами наблюдений.

Одной из причин возникновения лесных пожаров является своеобразная и многосценарная система поджогов молниевыми разрядами. Характерно, что такие возгорания возникают вдали от населенных пунктов или возможных наблюдателей и, как правило, обнаруживаются довольно поздно. Этот эффект «запаздывания» весьма характерен для лесных массивов Сибирского региона.

В настоящее время выявлен устойчивый тренд геолого-геофизических условий и процессов, способствующих возрастанию разнообразия и энергоемкости пожаров. Это определяет необходимость и оперативность решения задач причинного ряда, особенно в классе проблем лесных пожаров, особенно для горных регионов со сложными ландшафтными характеристиками.

1.1. Классификация лесных пожаров и основные причины их возникновения

Лесной пожар характеризуется как стихийное, неуправляемое распространение огня в лесу или на землях лесного фонда (Софронов, 1967; Щетинский, 2002). Для более точной характеристики типа растительности, пройденной огнем, профессор Н.П. Курбатский (1970) предлагает использовать термин «ландшафтный пожар», впервые введенный И.С. Мелеховым (1965). Однако, в силу традиции и того, что чаще всего горят именно массивы леса, пожары называют «лесными». В отдельную категорию пожаров выделяют случаи горения степных типов растительности и торфяников под названием «степные» и «торфяные» пожары. С целью обобщения всех видов пожаров чаще всего используется термин «пожары растительности» или термин «природные пожары» (Курбатский, 1991; Волокитина, Софронов , 2002).

Пожары растительности классифицируют как по силе действия, так и по характеру распространения огня. В качестве классификационного основания пожаров принимается степень вовлечения фитомассы леса в процесс горения, учитываются и причины возникновения пожаров. Наиболее подробная классификация лесных пожаров предложена И.С. Мелеховым (1965). Впоследствии эта классификация была уточнена Н.П. Курбатским (1970) и на ее основе предложено подразделение площадей, пройденных огнем, по ландшафтным характеристикам. Подробное описание природы лесных пожаров и механизмов их перехода из одного вида в другой, по имеющимся совокупностям данных о процессах воспламенения и горения, приведено в работах Н.П. Курбатского (1970, 1991), Э.В. Конева (1977) и А.М. Гришина (1994).

При регистрации пожаров растительности, ведущейся в рамках деятельности лесохозяйственных предприятий и баз авиационной охраны лесов, используется упрощенная классификация лесных пожаров по силе их действия и характеру распространения (Щетинский, 2001, 2002). По характеру распространения огня выделяют следующие виды пожаров растительности: низовой, верховой и подземный. Относительно показателей силы действия различают слабые, средние и сильные пожары. Считается, что низовой пожар является первоисточником всех других видов пожаров растительности (Курбатский, 1991; Гришин, 1994) . В связи с особой ролью низовых пожаров, изучению этого вида горения уделено основное внимание многих исследователей (Конев, 1977; Валендик, Воробьев, 1978; Гришин, 1992, 1994; Волокитина, Софронов, 2002; и др.).

Пожары растительности классифицируют также по причинам их возникновения. Согласно статистическим данным выделяют следующие наиболее распространенные причины возникновения пожаров (Щетинский, 2002):

1) антропогенные причины, к которым относят сельскохозяйственные палы, лесозаготовки, изыскательные, строительные, экспедиционные и другие работы, а также неосторожное обращение с огнем населения (незатушенные костры, окурки и т.п.);
2) природные причины, к которым в основном относят грозу;
3) неустановленные причины.

Как указывают в обзоре Ал.А. Григорьев и К.Я. Кондратьев (2005), «*глобальные масштабы лесных пожаров поистине колоссальны*». Эти авторы вслед за зарубежными исследователями отмечают, что около 90% пожаров на планете имеют антропогенное происхождение; ежегодно огнем охвачены площади, эквивалентные территории Австралии (Григорьев, Кондратьев, 2005).

Анализ горимости лесов на территории Российской Федерации, выполненный Е.А. Щетинским (2001), показал, что число антропогенных пожаров растительности также составляет 85-90% случаев от общего числа пожаров. По данным наблюдений за 1992-2000 гг. установлено, что ежегодно в среднем в лесах федерального органа управления лесным хозяйством России возникает 30.2 тыс. пожаров, охватывающих свыше 1913.7 тыс. га лесной и нелесной площади (Щетинский, 2001). По данным официального сайта МЧС (www.mchs.gov.ru) и анализа этих данных в обзоре (Кудрявцев и др., 2008а) с 2005 года среди природных ЧС на долю крупных природных пожаров[1] приходится 80-90%.

Многими отечественными исследователями указывается на увеличение количества лесных пожаров и их площадей в отдельные годы, связанные с установлением экстремальных погодных условий, к которым, прежде всего, относят засуху и повышенную грозовую активность (Франк, 1985; Валендик, 1990; Парамонов, Ишутин, 1999; Щетинский, 2001; Валендик, Иванова, 2001; Григорьев, Кондратьев, 2005). При этом Э.Н. Валендиком и Г.А. Ивановой (2001, С. 69) справедливо замечено, что

> *«антропогенный фактор существенно влияет на увеличение числа пожаров и одновременно на вовлечение в этот процесс больших территорий, но он только увеличивает масштаб естественного процесса».*

Примером периодического нарастания числа и последствий пожаров из-за установившейся длительной засухи в некоторых регионах России могут служить пожароопасные сезоны 1996, 1998, 2000, 2002, 2003, 2007 и 2010 годов (Щетинский, 2001;

[1] Природные пожары считаются крупными, если площадь их очагов составляет 25 га и более для наземной охраны лесов и 200 га и более для авиационной охраны лесов.

Ермоленко, 2003; Воробьев и др., 2004: Григорьев, Кондратьев, 2005; Кудрявцев и др., 2008а).

Неутешительным является и прогноз изменения пожароопасной обстановки в лесах России, сделанный на конец XXI века (Малевский-Малевич и др., 2007, с. 22):

> *«…Для региона I (Европейская Россия) в современном климате пожароопасные условия могут формироваться лишь в июле и августе, а мае и июне это маловероятно из-за сильного увлажнения почвы, обусловленного обильными зимними осадками. Эти же особенности сохраняются и в конце XXI века, но уровень пожароопасности в июле и августе существенно увеличится и в среднем становится сравнимым с уровнем 2002 г. Для региона II (Центральная Сибирь) … можно ожидать наибольшее относительное увеличение пожароопасности по сравнению с условиями современного климата во все летние месяцы. Для региона III (юг Сибири) … вероятность пожароопасной обстановки здесь максимальна по сравнению с другими регионами… Особенно это проявляется в начале лета…».*

С другой стороны, обратим внимание на последствия принятия и вступления в действие с 2006 года нового Лесного кодекса в Российской Федерации. Результатом внедрения кодекса явилась фактическая ликвидация лесничеств и Авиалесоохраны как единой пожароохранной структуры (Кудрявцев и др., 2008б). В связи с чем *«любой достаточно засушливый год может стать катастрофическим»* (Кудрявцев и др., 2008б, с. 25). Таким образом, на фоне роста климатически неравновесных и потенциально пожароопасных обстановок государственные службы охраны леса и МЧС оказываются не готовыми и не способными предотвратить нарастающую силу «огненной стихии», что, в свою очередь, усугубляет ситуацию (Воробьев и др., 2004; Кудрявцев и др., 2008а).

Климатические неравновесия наиболее часто отмечаются при смене циклов активности Солнца. Также внутрицикловые энергоемкие отклонения в «поведении» Солнца отражаются на состоянии земных оболочек (Язев и др., 2010). В связи с этим отметим, что указанный интервал времени - с 1996 по 2010 гг. - приходится на максимум 23-го Солнечного цикла и на «затянувшийся» переход к 24-у Солнечному циклу. Это и могло оказать влияние на возникновение большого количества экстремальных климатических обстановок. Кроме того, именно годы перехода к 24-у Солнечному циклу оказались наиболее аномальными и в поведении самого Солнца и в нарастании погодных аномалий на Земле в целом, и в отдельных регионах в частности. На наш взгляд, многочисленные чрезвычайные пожары во многих странах мира возможно частично объяснить именно этими причинами.

В настоящее время российскими и зарубежными учеными ведется работа по изучению взаимообусловленности Глобального изменения климата и развития экстремальных пожароопасных обстановок (Stokcs, 1993; Валендик, Иванова, 2001; Коровин, Зукерт, 2003; Григорьев, Кондратьев, 2005; Малевский-Малевич и др., 2005). Кроме того, отдельные исследователи указывают на гелиогеофизическую обусловленность возникновения массовых

антропогенных пожаров (Клочек и др., 1997; Архипов, Муканов, 2005) и пожаров от гроз (Соловьев и др., 2003; Кречетова, 2006). Несмотря на фрагментарный характер и существенную гипотетичность их предположений о зависимости массовых вспышек лесных пожаров от активности Солнца, многие наблюдательные и регистрационные данные свидетельствуют о необходимости расширения природного спектра причин и условий формирования экстремальных пожароопасных обстановок на Земле в целом.

Лесные пожары от гроз являются серьезной проблемой для стран Западной Европы, Австралии, США, Канады, Финляндии (Грибанов, 1955; Софронов, 1967; Столярчук, Камышанова, 1984а; Иванов, 1985; Главач, 1989; Григорьев, Кондратьев, 2005). По данным, приведенным в разных источниках, В.А. Иванов (1985) установил, что число пожаров от гроз в мире варьирует для различных стран и их регионов от 1 до 67%. В США, например, молния вызывает от 6 000 до 10 000 (Софронов, 1967; Главач, 1989) пожаров. Хотя в последние годы число пожаров от гроз в этой стране снижается, однако отмечено увеличение площадей, пройденных ими (Григорьев, Кондратьев, 2005). В связи с этим проблема предупреждения природных лесных пожаров на территории США отнесена к числу наиболее важных (Столярчук, Камышанова, 1984а).

На долю лесных пожаров от гроз на территории России в среднем приходится 10-15% случаев от общего числа пожаров (Щетинский, 2001; Воробьев и др., 2004). При этом отмечается, что для некоторых регионов Российской Федерации грозовая активность является почти основным виновником возникновения пожаров растительности. Например, в Приохотье (Хабаровский край) с 1973 г. по 1996 г. от гроз возникло суммарно 375 пожаров (это 82,3 % от общего числа), а по вине человека 81 пожар (17,7% от общего числа). В Якутии на малонаселенных территориях среднее число грозовых пожаров за 30 лет с 1955 по 2005 гг. составило 49% от общего числа природных пожаров (Козлов и др., 2009). При этом площади грозовых пожаров практически в два раза превышают общие площади антропогенных пожаров, что связано с несвоевременным обнаружением пожаров. В.И. Козловым и его соавторами (2009) дана характеристика катастрофических грозовых пожаров, возникших на территории Якутии в 2002 году (с. 392):

> *«… в среднем отдельный грозовой пожар …длился 5 дней до его ликвидации, а 24 грозовых пожара горело более 20 дней. Средняя площадь одного грозового пожара составляла чуть меньше 1000 га, при медианном значении 35 га. Отдельные пожары достигали еще более катастрофических значений».*

Ежегодно в районах Прииртышья доля грозовых лесных пожаров составляет 71%, в Красноярском крае - до 35-40% (Коршунов, 2002).

Действию пожаров от гроз также подвержены сосновые леса Алтайского края. Так, с 1935 по 1955 гг. число лесных пожаров, возникших от молний в этом регионе, составило

около 20% от общего числа пожаров. Следует отметить, что отчетливо наблюдается увеличение их числа по отдельным лесхозам, например, для ленточных боров - до 50-90%, особенно в засушливые годы (Грибанов, 1955; Парамонов, Ишутин, 1999).

На территории Горного Алтая также регистрировались случаи возникновения экстремальных грозопожароопасных обстановок[2] (Кречетова, 2005).

Следует подчеркнуть, что в настоящее время мало внимания уделяется пожарам с неустановленными причинами возгорания растительности. Факты регистрации, описания таких пожаров и возможный механизм их возникновения в литературе встречаются. Так, Л.Н. Грибанов (1955) отмечает, что лесные пожары могут возникать, предположительно, в случае самовозгорания лесной подстилки. Имеются описания «мгновенного» воспламенения кроны кедра и пихты от слабо тлеющей подстилки (Часовенная, 1981), а также лесного массива на острове в море на расстоянии 800 м от берега (Франк, 1985). Примеры возникновения в Алтайском крае катастрофических лесных пожаров, причины которых не удалось восстановить, описаны в монографии Парамонова и Ишутина (1999).

Р.А. Степень с соавторами (1985) указывает на возможность возникновения горения от зажженной спички и даже от статического электричества, накапливающегося в ветвях деревьев, и объясняет возможный механизм такого воспламенения действием терпенов.

Приведенные выше сведения указывают на наличие некоторых специфических и скрытых факторов, влияющих на становление чрезвычайных пожароопасных обстановок в определенных регионах в определенные дни. На практике же чаще всего неустановленные механизмы возгорания объясняют неосторожным обращением с огнем.

1.2. Условия возникновения лесных пожаров от гроз

Результаты долговременных исследований возникновения массовых лесных пожаров от гроз в связи с синоптическими условиями, получены многими учеными и приведены в работах (Грибанов, 1955; Захаров, Столярчук, 1977; Столярчук, Камышанова, 1984а, 1984б, 1984в; Иванов, 1985, 1996; Коршунов, 2002; Иванов и др., 2004). Характерной особенностью лесных пожаров от гроз является возникновение как одиночного очага горения, так и «внезапного» появления многочисленных очагов возгораний растительности (Столярчук, Камышанова,1984а; Парамонов, Ишутин, 1999; Иванов и др., 2004; Козлов и др., 2009).

[2] Более подробно описание характера экстремального грозопожароопасного сезона на территории Республики Алтай представлено в главе 4.

Наиболее существенной причиной вспышки природных пожаров являются интенсивные сухие грозы, которые формируются и развиваются чаще всего в условиях засухи (Захаров, Столярчук, 1977; Столярчук, Камышанова, 1984а, 1984б; Парамонов, Ишутин, 1999). Именно во время таких экстремальных засушливых погодных условий лесные пожары чаще всего приводят к катастрофическим последствиям. Например, Е.Г. Парамоновым и Я.Н. Ишутиным (1999) проведен анализ пожароопасной обстановки летом 1997 года в Алтайском крае. В частности указано, что одновременно в течение часа после прохождения сухой грозы регистрировалось до 10 (всего за сутки до 48) лесных пожаров на территории только одного лесхоза. Ситуацию усугубляли специфические погодные условия: высокая температура воздуха 30-39,5^0, низкая относительная влажность воздуха 13-20%, высокая скорость ветра 20-24 м/с. Это обусловило высокую скорость распространения пожаров – в среднем за один час действия пожара огнем охватывалась площадь в 240-483 га.

Однако случаи прохождения абсолютно сухих гроз довольно редки, и чаще всего грозовые процессы сопровождаются осадками, которые при прохождении грозовых фронтов распределяются неравномерно – от полного их отсутствия до сильного ливня (60 мм) (Столярчук, Камышанова, 1984а). Следует отметить, что пожары от гроз чаще всего возникают при внутримассовых грозах (или тепловых), которые характеризуются выпадением небольшого количества осадков (Грибанов, 1955; Столярчук, Камышанова,1984б; Иванов, 1996; Иванов и др., 2004). При этом лесные пожары возникают преимущественно от действия молниевых разрядов, которые формируются на окраине грозовых фронтов и очагов (Иванов и др., 2004; Соловьев и др., 2010).

А.А. Листовым (1967) установлено, что даже сильный дождь не способен ликвидировать загорание, возникшее от молнии. Огонь может оставаться не затушенным внутри валежа или под пологом деревьев. Результаты исследований грозовой пожароопасности в Якутии (Козлов и др., 2009) и Красноярском Приангарье (Коршунов, 2002) выявили пятидневный и десятидневный интервал между прохождением грозы и возникновением пожара.

Не всегда места, где грозовая активность проявляет себя наиболее интенсивно (грозовой очаг), являются потенциально пожароопасными участками территории (Захаров, Столярчук, 1977; Кречетова, 2005). Например, в Тюменской области (Захаров, Столярчук, 1977) районы, где фактически не наблюдаются пожары от гроз, отличаются более высокой грозовой активностью, чем районы признанные грозопожароопасными. Это связано в большинстве случаев с «тяготением» грозовых очагов к районам с повышенной влажностью

воздуха (Алехина, Горбатенко, 2000; Кочеева, 2002), которая формируется на болотистых участках и в типах леса, признанных не горимыми.

С другой стороны, для Красноярского Приангарья характерно совпадение районов наибольшей грозовой активности и максимальной горимости лесов по причине действия молниевых разрядов (Иванов и др., 2004). При этом на грозопожароопасных участках преобладают светлохвойные типы древесной растительности.

Таким образом, в возникновении лесного пожара от действия молниевого разряда важную роль играет способность к горению лесных горючих материалов, которая зависит от типов растительности и их влагосодержания.

Отмечают общие тенденции обусловленности формирования грозовой пожароопасности лесорастительными типами. Чаще всего пожары от гроз возникают и распространяются в сухих типах леса (Листов, 1967; Захаров, Столярчук, 1977). Как правило, эти типы леса достигают пожарной зрелости уже при 1-2 классах пожарной опасности, к ним, в первую очередь, относятся лишайниковые и зеленомошные группы типов леса (Иванов и др., 2004). Кроме того, выявлена приуроченность загораний растительности по причине действия молниевых разрядов к древостоям низкой полноты, к местам вырубок и шелкопрядников (Листов, 1967; Иванов и др., 2004; Григорьев, Кондратьев, 2005).

Общий механизм возникновения лесных пожаров от гроз сформулирован и обстоятельно рассмотрен в монографии «Пожары от молний в лесах Красноярского Приангарья» (Иванов и др., 2004). Установлено, что преимущественно происходит загорание либо частей поврежденного молниевым разрядом дерева, либо загорание напочвенного материала у основания пораженного дерева или на достаточно большом удалении от него. Выявлена возможность зажигания основных проводников горения электрической дугой напряжением более 15 кВ при их влагосодержании менее 11 %. Таким образом, было экспериментально доказано, что только энергоемкие длительные по времени молниевые разряды способны воспламенить горючие материалы.

Заметим, что лесной пожар может возникнуть не только по причине удара молниевого разряда в дерево. В работе (Софронов, Вакуров, 1981) указывается, что в редколесье и на старых гарях пожары от гроз возникают от молний, ударяющих непосредственно в почву.

Обращает на себя внимание и тот факт, что нет однозначных сведений о преобладающем тяготении молниевых разрядов к конкретным породам деревьев. Так, А. Главач (1989) отмечает, что для европейской части Евразии чаще всего молния поражает широколиственные породы деревьев (дуб, тополь, вербу, ясень и др.), чем хвойные (ель, пихта, лиственница и т.д.) по причине содержания у первых большого количества крахмала,

который способствует лучшей электропроводности. Наличие смолы у хвойных пород деревьев способствует большему сопротивлению их коры и ствола. В Сибири и на Дальнем Востоке наиболее подвержены попаданию молниевых разрядов именно хвойные деревья (Грибанов, 1955; Захаров, Столярчук, 1977; Иванов и др., 2004).

Стоит отметить, что наблюдения как поражений молниевыми разрядами деревьев, так и возникновения по их причине пожаров единичны и носят фрагментарный и весьма неоднозначный характер. Кроме того, характер проявления грозовых разрядов и условия прохождения их ударов в наземные объекты поражают своим разнообразием (Базелян, Райзер, 2001). Таким образом, для более полного понимания механизмов возникновения пожаров от действия молниевых разрядов необходимо дальнейшее систематическое и тщательное накопление фактов грозопоражаемости различных участков и разнообразных условий возникновения очагов горения.

1.3. Методы оценки грозовой пожароопасности лесных участков

Системы и методы прогноза возникновения пожаров растительности от действия грозовой активности не столь многочисленны, в сравнении с общими методами оценки природной пожарной опасности. На территории Российской Федерации до настоящего времени не существует надежно отработанной системы прогноза возникновения пожаров от гроз. Создание такой системы на территории РФ весьма актуально для отдельных регионов Сибири и Дальнего Востока, где расположены огромные лесные массивы.

Основным параметром прогноза в известных на данный момент зарубежных и российских системах оценки грозовой пожароопасности является степень грозовой активности отдельных участков территории. Для выявления наиболее грозопоражаемых участков территории зачастую используют статистические параметры грозовой активности: среднее число дней с грозой, среднюю многолетнюю продолжительность гроз, плотность наземных разрядов молнии.

Среднегодовые величины числа дней с грозой, суммарной продолжительности гроз и плотности наземных молниевых разрядов в зависимости от количества пунктов наблюдения и физико-географических условий, как правило, интерполируют на изучаемые регионы (Кречетов, 1973; Алехина, 1982; Алехина, Горбатенко, 2000; Кочеева, 2002; Дмитриев и др., 2006). И все же построенные по этим параметрам карты-схемы представляют лишь

самые общие закономерности пространственного распределения грозовой активности на исследуемой территории.

Более детальную оценку потенциально грозоопасных участков проводят с учетом плотности молниевых разрядов. Величину плотности наземных молниевых разрядов можно рассчитать по известной зависимости (чаще всего линейной) от стандартных статистических параметров грозовой активности, либо с помощью построения карт плотности грозовых разрядов, полученных по данным грозопеленгационной сети (Козлов и др., 2008), а в последнее время и по спутниковым данным (Горбатенко и др., 2009; Соловьев и др., 2010).

С 1997 на территории Сибири и северо-запада европейской части России в интересах охраны лесов от пожаров функционирует (в экспериментальном и рабочем режимах) Система регистрации молниевых разрядов (СРМР), базирующаяся на сети грозопеленгаторов "Верея-МР" (Шахраманьян, 2003; Азметов и др., 2005; Азметов, 2008). В задачи СРМР входит сбор измерительных данных грозопеленгации, их обработка и обеспечение региональных баз авиалесоохраны мониторинговой информацией о грозовой деятельности. На основе этих данных проводится корректировка патрульных вылетов и маршрутов с целью обнаружения пожаров от гроз. В результате опытной эксплуатации СРМР в 2000-2004 гг. отмечено, что с целью снижения затрат на тушение пожара патрульные полеты должны проводится не позднее трех суток после прохождения грозовых фронтов (Азметов и др., 2005). При этом в первые двое суток после прохождения грозового фронта обнаруживаются пожары площадью менее 0.5 га, что позволяет сократить площади, охваченные пожарами, и соответственно снизить затраты на тушение и ущерб, причиненный пожаром (Азметов, 2008).

В целом данные грозопеленгации СРМР дают удовлетворительные сведения об интенсивности и пространственном распределении текущей грозовой активности на территории России. В настоящее время СРМР является одним из блоков Информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров (ИСДМ) МПР РФ (*http://www.aviales.ru/files/documents/2009/03/isdm/isdmmain.pdf*). Основной задачей ИСДМ является обнаружение лесных пожаров на основе спутниковых данных, получаемых с приборов AVHRR и MODIS, установленных на спутниках серии NOAA и TERRA/AQUA соответственно.

Отличительной чертой методов своевременного прогноза грозовой пожароопасности является использование различных математических подходов к оценке зависимости возникновения очагов горения от наблюдаемой интенсивности гроз. Самый простой подход количественной оценки вероятности возникновения пожара от действия молний принят в США (Smeyer, Franklin, 1974). Теория предсказания количества лесных пожаров от гроз основана

на статической и динамическо-вероятностной моделях риска. В рамках этих теорий учитываются такие параметры, как среднегодовое число дней с грозой, постоянно обновляемые данные о погоде, а также дополнительные весовые коэффициенты значимости указанных факторов и оценки случайных помех. В основу расчетных моделей риска возникновения пожаров от гроз положено следующее эмпирическое соотношение:

$$F_{ij}(\text{ЛПМ}) = F_{ij}(\text{ЛП/М}) \bullet F_{ij}(\text{М}), \qquad (1)$$

где F_{ij} (М) - вероятность (риск) появления молнии, определяемая как отношение среднего числа дней с грозой к числу дней пожароопасного сезона; F_{ij} (ЛП/М) - вероятность (риск) возникновения лесного пожара при условии, что происходит удар молнии, которая вычисляется как отношение числа дней с пожарами от гроз к числу дней с грозой за пожароопасный сезон; F_{ij} (ЛПМ) - вероятность (риск) возникновения пожара от грозы; коэффициенты i и j, соответственно, номера разных участков территории и дней пожароопасного сезона.

Вероятностная модель риска возникновения лесного пожара по причине действия гроз (Smeyer, Franklin, 1974), как любая статистическая модель, подразумевает наличие продолжительных временных рядов наблюдений грозовой активности и грозовой пожароопасности. В частности, для вычисления вероятности возникновения пожара от грозы по соотношению (1) в США используются наблюдательные данные за 30 лет.

Отечественные методы прогноза грозовой пожароопасности были получены в ходе исследований в Институте леса им. В.Н. Сукачева (Иванов и др., 2004) и в Томском государственном университете (Гришин, Фильков, 2005).

А.М. Гришиным и А.И. Фильковым (2005) предложена вероятностно-детерминированная модель пожарной опасности. Вероятностная составляющая модели заимствована авторами из модели, представленной соотношением (1), и отвечает за оценку вероятности появления источников огня в лесу. При этом в качестве источников огня рассматриваются антропогенный фактор, оцениваемый плотностью населения, и природный фактор – грозовая активность данной территории. Заметим, что авторами вероятностно-детерминированной модели пожарной опасности (Гришин, Фильков, 2005) в физическую модель пожарной опасности было внесено дополнительное уточнение относительно учета числа сухих гроз, а не общего количества всех гроз, произошедших в течение пожароопасного сезона. Детерминированная составляющая модели описывает процесс сушки слоя лесных горючих материалов с течением времени. Данная модель реализована для типов леса Тимирязевского лесхоза Томской области. Ее более широкое использование для территорий с другими типами леса достаточно трудоемко, так как необходим сбор слоя лесных горючих ма-

териалов и их сушка в лабораторных условиях с целью получения необходимых коэффициентов для уравнения детерминированной части модели. Таким образом, модель, разрабатываемая под руководством А.М. Гришина, обеспечивает прогноз вероятности возникновения пожара не только от воздействия молний, но и от воздействия человека.

В Институте леса им. В.Н. Сукачева В.А. Иванов с соавторами (2004) разработали наиболее детальную методику сравнительной оценки опасности возникновения лесного пожара от действия молнии. В рамках этой методики учитываются некоторые факторы избирательной грозопоражаемости отдельных участков исследуемой территории:

1) лесотипологическая характеристика насаждений и его способность к загоранию;
2) наличие наземных молниевых разрядов при прохождении грозы;
3) рельеф местности (высота над уровнем моря);
4) среднее число дней с грозой;
5) среднее число осадков за пожароопасный сезон;
6) пересеченность местности (заболоченность) и наличие антропогенно измененных участков (места рубок);
7) удаленность от населенных пунктов и мест хозяйственной деятельности человека, исключающая оперативную ликвидацию очага загорания.

Влияние каждого фактора на возможность возникновения грозового пожара на лесном участке размером 30 на 30 км оценивается в баллах по пятибалльной шкале. Для каждого такого квадрата вычисляется произведение промежуточных баллов относительно оцениваемых факторов и их коэффициентов значимости. Согласно процентному распределению величины данного произведения по градациям 10, 25, 50, 75, 90% территории лесхозов Красноярского края были классифицированы по степени грозовой пожароопасности. Прогноз возможного количества лесных пожаров от гроз осуществляется на основе регрессионного уравнения:

$$Y = -5.33 + 9.39 \cdot 10^{3} \cdot X, \quad (2)$$

где У - число лесных пожаров от гроз; Х - произведение промежуточных баллов. Данная система оценки степени грозопожароопасности различных участков леса прошла поэтапную апробацию в лесхозах Красноярского края (Иванов и др., 2004). Разработанная система позволяет использовать не только стандартные метеохарактеристики региональной грозовой активности, но и данные СРМР (Коршунов, 2002).

На практике наземной и авиационной охраны лесов широко применяется оценка пожароопасности территорий лесхозов и лесничеств по показателю горимости, который определяется количеством лесных пожаров по различным причинам к 100 тыс. га лесной площади территориальной единицы. Таким образом, с помощью показателя горимости на основе рет-

роспективных данных о горимости лесов, некоторые лесхозы и лесничества, подверженные наиболее частому возникновению антропогенных пожаров растительности и пожаров от гроз, получают дополнительную возможность уточнения прогнозов пожаров на своих территориях.

Заметим, что, согласно существующим инструкциям, МЧС-реагирование в основном ориентировано на «тушение пожаров», а изучение больших, труднодоступных территорий и их картирование по степени риска грозового происхождения пожаров значительно отстает от «развития средств пожаротушения».

Суммирующие замечания к главе. Выполненный в данной главе обзор исследований условий возникновения грозовых пожаров стимулирует расширение круга характеристик среды, которые необходимо учитывать при изучении и оценке территории по степени возможного риска грозопожароопасности. Возникновение горения в результате действия наземных молниевых разрядов, согласно наиболее приемлемой версии, складывается из двух процессов: удара молнии и воспламенения растительности. Следовательно, изучение процесса появления грозового пожара растительности совмещает в себе исследование комплекса факторов формирования грозы, «выбора» точки удара молниевым разрядом на различных участках леса и состояния растительных горючих материалов в момент удара молнии. В связи с этим представляется важным выявление и изучение связей возникновения лесных грозовых пожаров не только с лесотипологическими и климатическими условиями, но и с качеством геолого-геофизических и космофизических условий среды. Именно последние факторы обусловливают формирование экстремальных грозовых явлений, о чем пойдет речь в следующей главе.

ГЛАВА 2. КОСМОФИЗИЧЕСКИЕ И ПЛАНЕТОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ГРОЗОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

2.1. Проблемы изучения гроз

С метеорологической точки зрения считается, что образование основных явлений грозового электричества происходят за счет процессов вертикальной конвекции и внезапной конденсации, которые обусловлены в общем случае степенью влагонеустойчивости атмосферы (Стекольников, 1943; Чалмерс, 1974; Uman, 1987; Матвеев, 2000).

С появлением данных о высотных разрядах (спрайтах, поясах, эльфах и др.) и с регистрацией «грозовых реакторов» (участки грозового облака, где количество разрядов достигает 5 разрядов в секунду) проблема физики грозы для своего решения требует, видимо, расширения известных законов атмосферного электричества (Базелян, Райзер, 2001; Баласанян, 1990; Кабанов и др., 2000; Матвеев, 2000; Дмитриев и др., 2005).

Дело осложняется, особенно в последние десятилетия, тем, что в общем составе климатопреобразовательных процессов грозовая активность занимает лидирующее место. В период скоростного изменения климата Земли электроатмосферные процессы наращивают свою энергоемкость, разнообразие и расширяют функциональную ответственность (Авакян, 1999; Воробьев, 1977; Дмитриев, 1998; Дмитриев и др., 2005; Кабанов и др., 2000; Кутинов, Чистова, 2010; Марксон, 1982; Сорокин, Ященко, 2000; Сокловский, Сапожников, 1991; Белоглазов, Ахметов, 2010; Базелян, 2008; Бутусов, 2010). Причем следует учесть и нарастающее отставание научных средств исследования грозовых процессов (за счет их дефинансирования) в глобальном и тотальном срезах от растущего количества и качества природных феноменов исследуемого профиля. Наибольшее значение имеет междисциплинарность научных направлений, особенно при выходе на вопросы о роли грозовых процессов в общем напоре планетофизических преобразований на Земле (Белоглазов, Ахметов, 2010; Язев и др., 2010; Бабич и др., 2008; Дмитриев и др., 2005).

В настоящее время изучение грозы как явления атмосферного электричества происходит в трех взаимосвязанных направлениях:

1) инструментальная регистрация грозовых разрядов и сопровождающих их процессов и также фотографирование различных стадий молниевых разрядов;
2) выявление локальных и региональных периодических и циклических колебаний грозовой активности;
3) построение частных физических моделей молниевого разряда на основе наблюдательных результатов лабораторных исследований и теории «длинной искры», все того же сценария «пробоя диэлектрика».

Среди монографий по результатам полевых исследований и статистической обработке данных о грозовых разрядах наиболее обстоятельными и полными является работы Стельникова (1943), Чалмерса (1974), Юмана (1987), Козлова и Муллоярова (2004).

Широкое использование для научных и практических целей грозозащиты получило составление карт территориального распределения среднегодового числа гроз и средней многолетней продолжительности гроз. В этом подходе нашли отражение как глобальные территориальные характеристики грозовой активности, с помощью которых были выявлены Мировые грозовые очаги, так и построение карт грозовой деятельности для отдельных стран с их последующей региональной детализацией (Стекольников, 1943; Пашканг, 1982; Кречетов, 1973; Алехина, 1982; Алехина, Горбатенко, 2000; Дмитриев и др., 2006; Козлов и др., 2008; Муллояров и др., 2009; Горбатенко и др., 2009).

Классические представления о физических процессах грозовых разрядов с точки зрения теории электрической дуги изложены в работе (Фейнман и др., 1966). Современные результаты теории длинной искры и ее приложения для описания физики молнии и молниезащиты обобщены в монографии Э.М. Базеляна и Ю.П. Райзера (2001).

Длительная приверженность метеорологическому сценарию в вопросах энергогенерации грозовых процессов привела к полной неготовности что-то понять и объяснить в новых явлениях, сопровождающих грозы, таких как рост числа смерчевых гроз, высокочастотных молниевых разрядов, грозовых реакторов, сухих гроз и др. Касаясь даже более простых вопросов физики гроз, по существу, можно обнаружить недосказанность в объяснении или в недопустимом сокращении при учете характеристик гроз. Как правило, в пользу предлагаемой объясняющей модели упускаются из рассмотрения «ненадежные» описания гроз, в которых присутствуют трудно или вообще необъяснимые, с точки зрения предлагаемой модели, особенности грозовых процессов. При этом до сих пор остается открытым основополагающий вопрос системы энергообеспечения «физики» грозы. Это особенно важно в отношении детального освещения механизмов генерации и распределения зарядов и в мощном грозовом облаке и в сухих грозах. На эту неопределенность в

понимании распределения зарядов указывают и авторы широко известной монографии (Фейнман и др., 1966, с. 186):

> *«Верхушка грозы заряжена положительно, а низ - отрицательно, за исключением небольшого участка положительных зарядов в нижней части тучи, причинившего не мало забот исследователям. Никто не знает, почему он там появляется и насколько он важен, то ли это всего лишь вторичный эффект положительного дождя, то ли существенная часть всего механизма. Если б этого не было, все выглядело бы значительно проще».*

Исследования последних лет убедительно обнаруживают гелио-, космо- и геолого-геофизическую обусловленность процессов зарождения и развития гроз (Козлов, Муллаяров, 2004; Марксон, 1981; Ермаков, Стожков, 2004; Дмитриев и др., 2006; Бабич и др., 2008; Белоглазов, Ахметов, 2010; Язев и др., 2010), а также «тяготение» очагов их проявления к зонам вертикальных энергоперетоков (Баласанян, 1990; Дмитриев и др., 1992; Кутинов, Чистова, 2010). Рассматриваются и принципиально новые физические механизмы формирования грозовых облаков, в которых одну из *«ключевых ролей играют высокоэнергичные заряженные частицы космических лучей, которые производят колонную ионизацию воздуха»* (Ермаков, Стожков, 2004, с. 32).

2.2. Космо-, гелио- и геолого-геофизические условия формирования гроз

На первый план в состоянии геолого-геофизической среды выходит возрастание роли Солнечно-земных взаимосвязей, в которых все явственней обнаруживаются сквозь геосферные механизмы генерации электрического тока в атмосфере. Характерно, что в этих механизмах вскрывается и значительная роль Галактических космических лучей (ГКЛ), вплоть до формирования региональных особенностей интенсивности гроз (Белоглазов, Ахметов, 2010, с. 816):

> *«…увеличении интенсивности ГКЛ ведет к учащению молний, но при этом, однако, растет вероятность снижения мощности каждой из них за счет «досрочного срыва» процессов разделения и накопления зарядов в грозовом облаке; наоборот уменьшение интенсивности ГКЛ понижает частоту молний и одновременно увеличивает вероятность накопления грозовым облаком большей энергии и повышения мощности молний до максимально возможных величин».*

Приведенный результат исследований заверяет ранее изложенные предположения (Дмитриев и др., 2005) о функциональном свойстве локальности физического пространства. И, как далее будет дополнительно отмечено, энергетическая и вещественная неоднород-

ность межпланетного пространства ответственна в значительной мере за специфику планетофизических процессов, включая и грозовые явления.

Интенсификация исследований скоростных климатических преобразований по своему существу переросла в прикладной раздел физики Гелиосферы, которому не чужды и проблемы жизненных процессов. Именно электромагнитные и корпускулярные солнечные потоки, обеспечивающие пространственное наполнение и межпланетных полостей и планетных магнитосфер, формируют конкретные условия возникновения и прохождения грозовых процессов на каждой из планет Солнечной системы. Естественно, что регистрируемое разнообразие прохождений грозовых процессов строго соотносится со спектром планетофизических процессов и состояний каждой планеты. Поэтому энерго-вещественная продуктивность Солнца ответственна в основном за некоторое фоновое состояние гроз в системе, а конкретная грозопродуктивность каждой планеты согласована с планетофизическим качеством. В этом отношении земная грозоактивность тесно сочетает внешние (в основном солнечные) и внутренние (качество геолого-геофизической среды) виды стимуляции гроз. Отсюда же проистекают и пространственно-временные закономерности грозовой активности в газоплазменных оболочках Земли.

Касаясь качеств и энергоемкости планетофизических процессов, нельзя не отметить роль вариативности космофизических воздействий. Привычная классификация солнечной амплитуды интегральных воздействий – «годы активного Солнца, годы спокойного Солнца» - уже свидетельствует о разбросе космофизических факторов. В последнее время, в том числе и по причине преобразования климатической машины Земли, оживился интерес к содержанию солнечной активности в периоды солнечных минимумов (Язев и др., 2010). Затянувшийся минимум на временной границе между 23-м и 24-м Солнечными циклами, простимулировал изучение всех нестандартных минимумов и связанных в ними феноменов (Витинский и др., 1986; Задонина, 2007; Обридко, Шельтинг, 2009).

С позиций заинтересованности начавшейся модификацией грозовых процессов на Земле обращают на себя внимание опубликованные данные о событиях на границе 23-го и 24-го Солнечных циклов (Язев и др., 2010, с. 207):

> *«Показано, что имело место существенное рассогласование хода активности между северным и южным полушариями, выразившееся в двух параметрах. Во-первых, в северном полушарии раньше закончилось пятнообразование, относящееся к 23-му циклу, и раньше началось пятнообразование 24-го цикла. Во-вторых, средняя широта пятнообразования для указанных полушарий также различается: широты формирования пятен нового цикла № 24 в северном полушарии оказались на 5-7 градусов меньше, чем в южном полушарии… В периоды продолжительных минимумов наблюдалось нарушение равновесия в поведении геосфер. Вероятно, что комплекс разуравновешанных геосфер мог влиять и на состояние социосферы».*

В данном случае возникновение затянувшегося солнечного минимума синхронизировано с геоинверсией магнитного поля, общей активизацией гелиосферных процессов и огромным притоком техносферной энергии (6.8 10^{27} эрг за 2010 год) в оболочки Земли. Эти события, конечно же, не могут пройти незамеченными программой планетофизических изменений нашей планеты. Касаясь рядов планетофизических событий нового поколения на Земле, перейдем к некоторым сообщениям регионального характера.

Относительно гелиозависимости гроз известно, что в целом региональная активность гроз увеличивается на 50-70% примерно через четверо суток после больших геоэффективных вспышек на Солнце (Кабанов, 1997). Однако при этом прослеживается значительная широтная и территориальная вариация отклика грозовой деятельности на энергетические события на Солнце.

Например, М.В. Кабанов (1997) отмечает, что впервые наиболее высокая корреляция числа гроз с солнечной активностью была выявлена для территории Сибири (R= +0,9). Для территории Восточной Сибири была выявлена отрицательная корреляционная связь грозовой активности с числами Вольфа. При этом *«всплески потока солнечных протонов приводят к понижению, а Форбуш-эффекты Галактических космических лучей к повышению числа грозовых разрядов»* (Козлов, Муллаяров, 2004, с. 92). Для территории Республики Алтай отчетливо выявлен положительный характер влияния солнечной активности на грозовые явления. Дополнительно были обнаружены «гелиочувствительные» участки изучаемой территории. Грозовая активность этих участков сильно зависит от региональных физико-географических особенностей и обусловлена сменой четности Солнечного цикла (Дмитриев и др., 2006).

Таким образом, влияние Солнца на развитие гроз является неоднозначным для отдельных регионов и сильно зависит от «местных условий». Нижеследующие сведения предназначены для оповещения читателей о некоторой научной результативности по рассматриваемой проблеме.

Известно, что современная наука осуществляет интенсивные исследования состава и механизмов солнечно-земных взаимосвязей. Значительное внимание уделено и выявлению их роли в развитии погодных обстановок, а также в проявлениях атмосферного электричества. Более детально исследуется физика образования грозовых облаков под действием космических галактических лучей, ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца, а также солнечного ветра и радиоактивности земли. Результаты этих исследований приведены в препринте «Физика грозовых облаков», авторами которого являются В.И. Ермаков и Ю.И. Стожков (2004). Коротко основная идея этого механизма сводится к следующему (Ермаков, Стожков, 2003, с. 182):

«… Необходимые для зарождения грозового облака разноименные заряды образуются космическими лучами и радиоактивными элементами, находящимися в воздухе и почве. В стадии зрелости и распада грозового облака основным генератором разноименных зарядов, необходимых для образования сильного электрического поля в облаке и молний, являются сами молнии, в сильно разветвленных и ионизованных следах которых образуются огромные количества разноименных ионов. Молниевые разряды в облаках инициируются широкими атмосферными ливнями (ШАЛ), образуемыми космическими лучами сверхвысоких энергий ($\varepsilon > 10^{14}$ эВ)».

С учетом содержания выше приведенной выдержки в очередной раз отметим специфическую роль грозовых процессов, которая заключается в «сцеплении» космических и геолого-геофизических источников вещества и энергии. В грозовом процессе в режиме «встречных пучков» объединяются и становятся «телом» грозы земные и космические энергоемкие материальные реальности. Собственно неравномерности размещения гроз в целом по Земле и по регионам в частности, свидетельствуют о том, что локализация гроз – это дело качества геолого-геофизической среды, то есть грозоактивные участки – это среда обитания гроз на нашей планете, о чем свидетельствуют результаты работ многих ученых.

Геологическое строение, геохимические характеристики (вещественный состав), характерные тектонофизические процессы и геофизические неоднородности в структуре подстилающей поверхности отдельных территорий – все эти качества геолого-геофизической среды оказывают существенное влияние на проявление и характер грозовых процессов (Соколовский, Сапожников, 1991; Баласанян, 1990; Сорокин, Ященко, 2000; Горбатенко, 2003; Дмитриев и др., 2006).

В.П. Горбатенко (2003) с помощью факторного анализа проведена количественная оценка возможного вклада в вариативность грозовой активности различных характеристик состояния атмосферы и литосферы. Так для территории Томской области и Южной Германии геофизические аномалии (аномалии силы тяжести и магнитные аномалии) являются вторыми по значимости факторами (после орографии и температурно-влажностных характеристик), вносящими вклад в формирование гроз. При этом В.П. Горбатенко (2003, с. 31) отмечает, что

«высокие значения плотности разрядов молнии в землю характерны для территорий, значения геофизических характеристик которых равны для g[3]: +10 до -50 млг., для Q: 60-90 мВт/м, для R: 50-70 нЗв/ч».

Во взаимосвязях проявлений атмосферного электричества с эндогенными процессами представляет интерес обнаруженный эффект локализации наземных грозовых разрядов в тектонофизически напряженных зонах (Соколовский, Сапожников, 1991; Баласанян, 1990; Дмитриев и др., 1992; Авакян, 1999).

[3] g – величины аномалий силы тяжести; Q – поток тепла из недр земли к земной поверхности; R значения фонового радиактивного излучения Земли

Под энергоактивной зоной понимают широкий класс геологических процессов и тел, к которым, прежде всего, относят месторождения полезных ископаемых, зоны глубинных тектонических нарушений, участки трещиноватости с высокой водонасыщенностью, а также оползневыми склонами и т.п. (Баласанян, 1990; Воробьев, 1977). При этом отмечается, что активно протекающие механоэлектрические и физико-химические процессы в отдельных напряженно-деформированных районах земной поверхности приводят к усилению и, возможно даже, к изменению структуры и знака поля в некоторой окрестности приземной атмосферы (Соколовский, Сапожников, 1991; Кабанов и др., 2000; Дмитриев и др., 1992; Кутинов, Чистова, 2010). В местах сгущения разломной сети и большой концентрации приземного заряда увеличивается интенсивность электромагнитных импульсов (ЭМИ), которая является прямым «индикатором» потенциально опасных по грозопоражаемости участков.

Результаты многолетних исследований Ю.Г. Кутинова и З.Б. Чистовой, обобщенные в коллективной монографии «Система «Планета Земля»: 300 лет со дня рождения М.В. Ломоносова. 1711 – 2011» под общей редакцией А.Е. Федорова (2010), углубляют геоэкологическую роль геологических разломов. В частности, Кутиновым и Чистовой установлено, что (с. 270-271):

> *«в условиях Европейского Севера частота выпадения осадков и их количество в центре и на периферии узлов пересечений тектонических дислокаций, которые территориально совпадают со стационарными минимумами атмосферного давления (Устьянский, Вельский и Холмогорский районы), за июль-август месяц существенно различаются. Осадки в центре тектонических узлов выпадали значительно реже, а их количество на 26-38 % меньше. ... Выявленный факт изменения динамики короткопериодных вариаций в момент магнитных бурь в тектоническом узле ... и наличие зон повышенной проводимости ... позволяет предположить возникновение в тектонических структурах наведенных магнитотеллурических токов и, как следствие, ионизацию воздуха над тектоническими нарушениями и узлами разломов. Своеобразная структура облачности над узлами говорит об изменении электрической проводимости атмосферного воздуха».*

Подводя итог своих исследований, авторы указывают, что (с. 272):

> *«наши данные свидетельствуют о наличии воздействия тектонических нарушений на окружающую среду за счет возникновения наведенных магнитотеллурических токов, глубинной дегазации и изменения структуры барического поля. Наблюдается встречная система «воздействие-отклик», т.е. не только изменение геомагнитного поля и атмосферного давления воздействуют на напряженно-деформированное состояние геологической среды, но и сама среда воздействует на гелио-метеорологические параметры. Т.е. в районе тектонических узлов формируются вертикальные сквозные каналы сложного межгеосферного взаимодействия, захватывающие литосферу, гидросферу, биосферу и атмосферу».*

В настоящее время в категорию энергоактивной зоны или зоны вертикального энергоперетока включены и участки, на которых наблюдалось возникновение природных самосветящихся образований или ПСО (Дмитриев, 1998). Авторы коллективной монографии

«Плазмообразование в энергоактивных зонах» (Дмитриев и др., 1992) указывают на возможность большой удаленности (более 100 км) светящихся образований от очагов сейсмической активности, а также на существенную модификацию их форм. ПСО могут рассматриваться в качестве предвестников землетрясений при активизации сейсмических событий. Нет сомнений в том, что ПСО имеют гелио- и геологогеофизическую природу (Дмитриев, 1998). Именно генезис гроз позволяет отнести их к одной из категорий ПСО. Нельзя не обратить внимание на предпринятую попытку объяснения физики формирования различных видов ПСО в целом и гроз в частности, с позиций неоднородного физического вакуума (Дмитриев, 1998; Дмитриев и др., 2005).

Помимо изучения локальных свойств грозоактивности и ее причин на протяжении последних десятилетий усиливается внимание биологов и медицинских работников к средовым характеристикам грозовых очагов. В данном направлении исследований возникли специфические методы и терминологическое обогащение и уже оформляется новое направление под названием «Биологическая геофизика» (Дубров, 2009). Причем в данную тему включаются все более серьезные исследователи. Так, например, свои утверждения публикует академик Ф.А. Летников (2002, с. 75):

> *«Для биогеофизики важен диапазон ультранизких (УНЧ) и сверхнизких (СНЧ) частот от единиц до нескольких десятков тысяч герц, распространяющихся в приземном пространстве в области волновода, ограниченного земной поверхностью и нижней частью ионосферы».*

Это акцентирование внимания на указанных частотах является значительным фактом «вживленности» ЭМИ в организацию жизненных процессов и таким образом в общее физическое неравновесие процессов данного участка, на что уже указывает Дубров (2009, с. 16):

> *«Для краевых зон характерны большие градиенты потенциала и изменение напряженности магнитного поля…она возрастает во много раз и меняет знак напряженности. Краевые эффекты оказывают также существенное влияние на поглощение и излучение электромагнитных и акустических волн различных частот».*

Действительно, возникающие поля краевых зон характеризуются высокой разнородностью полей и контрастностью их градиентов, что способствует возникновению вихревых структур. Следует также отметить нарастание встречаемости смерчевых ливней, локализация которых отмечается для геоактивных районов и зон вертикальных энергоперетоков. Подчеркнем также, что именно со смерчевыми ливнями связаны ураганные дебиты дождя со скоростными затоплениями территорий.

Резюмируя приведенный в этом разделе ряд результатов исследования грозовых явлений и сопутствующих им процессов, следует еще раз подчеркнуть существенную обу-

словленность формирования и развития грозовой деятельности сопряженностью активности Солнца с «откликом» геолого-геофизической среды на нее. При этом солнечная активность оказывает глобальное влияние на общие условия для формирования гроз. В свою очередь, характер геофизических и тектонических процессов играет важную роль в региональной локализации грозовых явлений на отдельных небольших участках территории.

2.3. Избирательная поражаемость линейных молниевых разрядов

Не вдаваясь глубоко в дискуссионные вопросы теории физики грозового электричества, рассмотрим некоторые общепринятые положения о происхождении и особенностях разных видов наземных молниевых разрядов.

В общем случае грозовые разряды разделяют на определенные виды: линейная молния (и ее разновидности), лентовидные, ракетообразные, четочные, шторовые и объемные (Стекольников, 1943; Тарасов, 1988). В отдельный вид выделены шаровые молнии. Вместе с тем необходимо отметить, что в общем составе планетофизических перемен, например инверсия геомагнитного поля (Kuznetsov, 1999; Newitt at all., 2002), нарастание мировой грозовой активности становится все более тревожащим, как по динамике и интенсивности (Марксон, 1982; Дмитриев, 1998), так и по увеличивающемуся разнообразию видов зарядов (Winckler at all., 1996).

Например, начиная с 1993 года, зарубежные специалисты по атмосферному электричеству зарегистрировали молниевые разряды, направленные с облака к ионосфере или электросфере (Кузнецов, 2009). Эти разряды из-за своей специфической формы были названы спрайтами («sprite» в переводе «эльф»). Спрайты составляют около 90 км в высоту и 40 км в поперечнике, время их «жизни» составляет порядка 0.001 с. В 1996 году в районе Скалистых гор (США) были обнаружены разряды, которые возникали на более меньших высотах и более короткие, чем спрайты. Эти разряды были названы синие струи (Blue Jets). Дальнейшие детальные наблюдения за спрайтами и синими струями выявили, что они в основном сопровождают грозовые облака, которые локализуются в Северной и Южной Америке, Африке и Юго-Восточной Азии. Открытие новых видов высотных молний, конечно же, «добавило проблем» физикам атмосферного электричества.

Рассмотрим более подробно наиболее изученный вид молниевых разрядов – линейную молнию. Около 90% зарегистрированных линейных молний являются отрицательными,

соответственно, доля положительных молний составляет около 10 % (Нориндер, 1956; Чалмерс, 1974; Тарасов, 1988; Uman, 1987).

Одна вспышка молнии чаще всего состоит из целого ряда последовательных процессов и содержит от 1 до 42 главных разрядов (Чалмерс, 1974), которые называют компонентами молнии. Большинство зарегистрированных отрицательных молний были многокомпонентны; среднее число компонентов равно трем. Отмечено, что многократные положительные молнии редки. Чаще всего нисходящие положительные молнии однокомпонентны (Чалмерс, 1974; Uman, 1987; Базелян, Райзер, 2001); считается, что они развиваются из нижней положительно заряженной части грозовой тучи.

Условия развития и параметры первого компонента молнии или главного разряда значительно отличаются от последующих компонентов. С главным ударом молнии связано большинство ее опасных воздействий. В монографии Базеляна и Райзера (2001), со ссылкой на результаты зарубежных исследователей, для положительных и отрицательных разрядов приводятся вероятностные оценки амплитудных значений импульсов тока главной стадии, длительности импульсов, а также величины приведенной энергии молниевой вспышки. Эти данные нами обобщены в таблице 2.1.

Согласно приведенным справочным данным о характеристиках молниевых разрядов (табл. 2.1), положительные молнии отличаются значительно большей энергоемкостью и большей положительной тепловой экспозицией, нежели отрицательные. Таким образом, положительные молнии с точки зрения физических параметров разрядов характеризуются большей степенью пожароопасности.

Таблица 2.1

Параметры отрицательных и положительных разрядов по (Базелян, Райзер, 2001)

Вид молниевых разрядов	**Параметры тока главного разряда**						**Приведенная энергия молниевой вспышки (A^2)**		
	Амплитуда (кА)			**Длительность импульса (мкс)**					
	95%	50%	5%	95%	50%	5%	95%	50%	5%
Отрицательные	>4	30	80	30	75	200	$6.0\text{-}10'$	$5.5\text{-}10^4$	$5.5\text{-}10^3$
Положительные	сопоставимо	35	250	сопоставимо	>230	до 2000	$2.5\text{-}10^4$	$6.5\text{-}10^5$	$1.5\text{-}10^7$

Представляет также интерес и тот факт, что положительные и отрицательные молнии имеют принципиальное различие по поражению наземных объектов. При проведении лабораторных исследований Х. Нориндером (1956) было установлено, что положительный разряд «стремится» к местам с лучшей проводимостью, которыми могут служить зоны орудине-

ния (наиболее ярко это проявляется в местах концентрации железных руд), обводненные участки и т.п. При этом такие участки могут быть территориально несовместимыми, т.е. могут находиться и за пределами проекции грозовой тучи на земную поверхность. Кроме того, может возникнуть и разветвленное, и «ползучее» развитие разрядов по участкам почвы, ориентированным на достижение мест наибольшей проводимости. Х. Нориндер (1956) экспериментально показал, что отрицательный разряд может поражать любую точку земной поверхности.

Отмеченная специфика положительных разрядов может быть причиной «выхода» молний за зону осадков при прохождении интенсивных гроз (Качурин, 1979; Соловьев и др., 2010). Такие разряды характеризуются как «сухие грозы» и чаще всего они имеют отрицательное направление поля, т.е. имеют место положительные молниевые разряды.

Современные исследования показали, что *«доля положительных разрядов возрастает с ростом широты»* (Соловьев и др., 2010, с. 221). Этот факт подтверждает обусловленность локализации положительных молниевых разрядов географическими факторами.

Х. Нориндер (1956) справедливо замечает, что необходима тщательная проверка и сопоставление результатов лабораторных исследований с реальным возникновением и развитием положительных гроз.

Более полные представления о характере влияния геофизических полей и геологического строения различных участков на «выбор» точки удара молниевым разрядом, независимо от его знака, описаны И.С. Стекольниковым (1943). Развитие разряда в воздухе на большом расстоянии от земли зависит от объемных зарядов, также от объемов ионизации, проводящих частиц и т.п. Таким образом, разряд «выбирает» те участки, на которых требуется меньшее напряжение для пробоя. В непосредственной близости от земной поверхности избирательная грозопоражаемость обусловлена удельной проводимостью почвы. Стекольниковым отмечено, что в большей степени ударам молнии подвержены участки с ярко выраженной неоднородностью электрической проводимости. Такими участками, например, могут служить места контакта пород различной проводимости.

Суммирующие замечания к главе. В данной главе были приведены краткие сведения о развернувшемся фронте изучения специфики гроз. Именно в данном направлении исследований резко выявляется ретроградная роль узкой модели метеорологических сценариев в объяснении и самой физики гроз и особенно ускоряющего роста разнообразия и энергоемко-

сти гроз нового поколения, которые отображают собой скоростное изменение климата Земли.

Обнаруженная недостаточность понимания грозового процесса и особенно их совокупностей стимулирует поиск дополнительных источников информации о грозе за пределами чисто метеорологических моделей. Надо отметить, что и лабораторная физика мало проясняет вопросы причинного ряда грозоактивности. Поэтому, учитывая возросшее число видов молниевых разрядов, включая и высотные разряды (спрайты, синие струи), исследователи гроз резко расширили поиск энергетических и триггерных механизмов, способствующих грозопроцессам.

В настоящее время, не отрицая полученных результатов исследований прошлых десятилетий, возросшие возможности регистрации гроз приборами наземного и космического базирования выявили «дополнительные» причины грозоактивности, а именно: космофизические и геолого-геофизические, гелио-геофизические. Приток этой информации, естественно, не столько объяснил проблему в целом, сколько обострил и углубил ряд вопросов. При этом оказалось, что в ряде случаев гроза начинается за пределами Земли. Характерно, что гелио и космочувствительные зоны магнитосферы Земли выступают в роли своеобразных «реализаторов» механизмов в организации «смежных» процессов, в которых молниевые разряды оказались явлениями «двойного подчинения» Земле и Космосу. Все, что было выявлено в отношении космогенезиса гроз, оказалось приемлемым и для территории Республики Алтай.

ГЛАВА 3. ГРОЗОВАЯ АКТИВНОСТЬ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Метеоусловия и специфика проявления гроз Западной Сибири, в частности и на территории Республики Алтай, хорошо отображены в ряде работ Н. М. Алехиной и В.П. Горбатенко (Алехина, 1982; Алехина, Горбатенко, 2000; Горбатенко, 2003). По территории Республики Алтай ряд феноменологических деталей и числовых характеристик о грозовой активности за период с 1955 по 2003 гг. изложены в коллективной монографии «Грозовая активность Горного Алтая» (Дмитриев и др., 2006) и в отдельных статьях (Дмитриев и др., 2002; Алтайское (Чуйское)…, 2004; Кочеева, 2002, 2003 и др.).

Еще в середине 80-х годов XX века при решении ряда прикладных задач была выявлена высокая гелиочувствительность исследуемой территории, а также обнаружено влияние геофизических полей на развитие аэрономических явлений и их функциональную специфику (Дмитриев, 1988; Дмитриев, Скавинский, 1988; Дмитриев и др., 1992; Дмитриев, 1998; Дмитриев и др., 2005;). Эти результаты обусловили характер исследовательских подходов, направленных на значительное расширение существующей модели грозы как «чисто метеорологического явления», суть которого состоит в «электрическом пробое в атмосфере».

В наших представлениях «гроза» – комплексное межгеосферное явление, зависящее от широкого спектра процессов, протекающих во всех геосферах, которые связаны и между собой, и с космическими процессами массо- и энергоперетока. При этом гроза представляет собой наиболее энергоемкий и скоростной из них. Сложный механизм проявления гроз во многом управляется режимом солнечно-земных взаимодействий. Наиболее яркими региональными проявлениями этого взаимодействия является обнаруженная авторами связь грозовой активности с 11-летними циклами Солнечной активности. Эта гелиозависимость гроз прослеживается в их реакции на знак Цикла активности Солнца, т.е. на смену знака магнитного поля в солнечных пятнах (Дмитриев и др., 2006).

В предыдущих работах авторов приводились сведения о том, что конкретное пространственно-временное распределение гроз на территории Республики Алтай зависит от особенностей геолого-геофизической среды (геологического строения, характера разломной сети, интенсивности геофизических полей, высоты над уровнем моря и пр.). Наличие хребтов субширотного и субмеридионального простирания, межгорных котловин (чаще всего при-

уроченных к сложной сети активных глубинных разломов) создают разноразмерные и разнофункциональные зоны для возникновения зон вертикальных вещество- и энергоперетоков. Зоны вертикальных энергоперетоков создают «технологические» условия для формирования и особенностей протекания гроз. Это особенно важно в плане размещения геоэнергоёмких процессов по территории исследования.

По сравнению с предыдущими результатами исследования грозовой активности территории Республики Алтай (Дмитриев, и др., 2002; Алтайское (Чуйское)…, 2004; Кочеева, 2002, 2003; Дмитриев, и др., 2006) в данной работе временной ряд грозовых явлений расширен и составляет более 50 лет – с 1955 по 2007 гг. Основное внимание в настоящей главе уделено стандартному подходу в описании статистических параметров грозовой активности и физико-географическому описанию территории исследований. Также приведены новые сведения и результаты влияния на региональные грозы планетофизических и космофизических факторов.

3.1. Краткая географическая справка

Геология и тектоника. Территория Республики Алтай известна сложным геологическим строением. Здесь характерна частая смена литологических комплексов в плане и разрезе. Наиболее древними являются протерозойские отложения, завершают же разрез современные отложения водоемов, временных водных потоков, склоновые отложения и фрагментарно распространенные эоловые. Современными исследователями выделяется несколько структурно-веществеых комплексов, границами которых являются шовные зоны или сложно построенные сочетания разломов разного порядка и возраста.

По современным представлениям, разломы – это объемные тела с аномально высокой степенью раздробленности и дислоцированности пород по сравнению с окружающими относительно ненарушенными блоками. Разломные зоны являются объемными объектами и имеют определенную ширину, глубину и длину. За ширину разлома современные исследователи принимают ширину всей области динамического влияния, в пределах которой выделяют область активного динамического влияния (Шерман, 1977; Шерман и др., 1983).

На территории исследования выделяется несколько групп разломов, занимающих определяющее положение при формировании конкретных структур и заложенных в течение различных тектономагматических циклов.

Сийско-Каракольско-Кадринско-Курайский структурный шов выражен системой разломов сложной кинематики, протягивающийся с севера на юг в виде дуги усложненной формы с общей выпуклостью на запад. Шов является наиболее ярким представителем древних деформационных структур, претерпевших более поздние воздействия с формированием осложняющих разрывных нарушений. Все составные части шва представляют собой сложную систему разрывных нарушений преимущественно сдвиговой кинематики. Отдельные части имеют как правосдвиговые, так и левосдвиговые дислокации (не исключаются и взбросонадвиговые).

Терехтинско-Кучерлинская зона разломов, по мнению исследователей, могла быть сформирована древним трансформным разломом и причленялась к Сийско-Курайской зоне субдукции и сильно деформировалась в результате поздних интенсивных горизонтальных, преимущественно сдвиговых деформаций. Среди древних структурных швов складчатой системы Алтая (в границах Республики Алтай) выделяются: Алтае-Северосаянский структурный шов, Кандатский разлом, Телецкий разлом и Курайско-Чульчинско-Шапшальская зона разломов (Туркин, Федак, 2008). Они тяготеют к восточным районам республики, где минимальна плотность населения и, как следствие, почти нет станций мониторинга, которые являются поставщиками фактического материала для целей нашего исследования. Особенности этих разломов подробно описаны в современной литературе (Новиков, 2004; Туркин, Федак, 2008). В этой части территории имеют развитие более молодые разрывные нарушения северо-восточного и субширотного направления. Однако их число и масштаб имеют подчиненное значение.

Кабак-Тайгинская (Улаганская) зона разломов имеет субширотно-северо-восточное простирание. Слагающие зону разломы чаще всего дугообразно и волнисто изогнуты с развитием взбросо-надвиговой и правосдвиговой кинематики.

Кроме швов внутрискладчатых систем имеют место «пограничные структурные швы складчатых систем». Так, Чарышско-Теректинская зона разломов в западной и средней своей части разграничивает Салаирско-Алтайскую и Монгольско-Алтайскую складчатые системы и представляет собой систему крутопадающих разрывных нарушений северо-западной ориентировки. По данным А.И. Родыгина (2001), в районе реки Кастахта Чарышско-Теректинская зона разломов состоит из ряда неоднократно подновлявшихся сместителей. Под острым углом с Терехтинским разломом сочленены оперяющие разрывные нарушения северо-северо-западного и близкого к субмеридиональному простирания, которые первоначально развивались как чешуйчатый веер растяжения и имели преимущественно сбросовую и сбросо-сдвиговую кинематику, определив локализацию Онгудайского прогиба

и Западно-Онгудайской группы грабенов (Туркин, Федак, 2008). В эту зону входит Бащелакский разлом, представляющий собой крутопадающие разрывные нарушения преимущественно знакопеременной кинематики. В результате длительного развития и неоднократного подновления общая его мощность достигает нескольких километров.

Разграничивает структуры Горного и Рудного Алтая Северо-Восточная зона смятия (Нехорошев, 1966), а также (Туркин, Федак, 2008, с. 405):

> *«… зоны надвигов и взбросо-надвигов являются очень важной структурной составляющей сопряженных систем разломов как для существенно альпинотипных, так и для германотипных складчатых систем».*

Орография. В орографическом отношении Алтай делится на пять частей: Южный, Восточный, Центральный, Северо-Западный и Северо-Восточный (Давыдова, 1966).

В пределах РА к Южному Алтаю относится северный склон горного узла Табын-Богдо-Ола (находится на стыке Южного и Монгольского Алтая) и восточных отрогов хребта Южный Алтай. Эта территория характеризуется сочетанием обширных площадей с малой расчлененностью с крутыми северными склонами горных хребтов и, как следствие, высокими перевалами.

В Восточный Алтай входят хребты северного и северо-западного простирания: Сайлюгем, Чихачева, Шапшальский (3000-4356 м). Восточный Алтай представлен частично в границах республики, в основном это западные и северные склоны хребтов и предгорные территории.

Центральный Алтай полностью располагается в границах Республики Алтай и состоит из двух горных цепей. Наиболее высокая южная цепь включает Катунский (4506 м) и Южно-Чуйский хребты (3960 м). Северная цепь более низкая и содержит Северо-Чуйский (4173 м), переходящий западнее реки Катунь в Теректинский (2926 м). Многие вершины поднимаются выше снеговой линии и имеют современное оледенение. Между хребтами располагаются межгорные впадины – Уймонская, Абайская, Курайская, Чуйская и плато Укок.

Северо-Западный Алтай состоит из средневысотных хребтов, веерообразно отходящих от хребтов Центрального Алтая. На запад и северо-запад они постепенно снижаются и переходят в соседние равнины Западной Сибири.

Северо-Восточный Алтай находится между Северо-Чуйским и Теректинским хребтами на юге, Шапшальским – на востоке, Салаирским кряжем и Кузнецким Алатау – на севере. Сюда входят Курайский (3412 м) и Айгулакский (2700 м) хребты,расположенные между рекой Катунь и Телецким озером. Восточнее Телецкого озера в субмеридиональном направлении простирается хребет Корбу, а за ним – Абаканский. Хребты разделены

глубокими долинами, а на востоке – Чулышманским плоскогорьем, дренируемым рекой Чулышман (Зятькова, 1977).

На территорию Южного Алтая, а также на юг Центрального и Восточного Алтая летом проникает прогретый континентальный воздух с юго-запада. Вторжения холодного воздуха происходят летом и зимой с севера. Этому способствует северо-западное простирание северных хребтов Алтая. Влагонасыщенные воздушные массы поступают на территорию республики благодаря преобладанию западного переноса, что определяет неравномерное увлажнение склонов западной и восточной экспозиций, а также изолированных территорий - котловин.

Орографическая дифференциация является основой для физико-географического районирования, которое отражает ландшафтную структуру территории. Мозаичность горных ландшафтов определяется значительной приподнятостью Алтая и непосредственным соседством с Западной Сибирью, Центральной Азией и Казахстаном. Особенно велико влияние горных сооружений Алтая на циркуляцию атмосферы, атмосферное увлажнение и радиационный режим (Атлас …, 1978). Это обусловливает выделение на территории Республики Алтай нескольких физико-географических провинций, которые, являясь частью орографических частей, характеризуются биоклиматическими особенностями.

Северо-Западная Алтайская провинция включает Коргонский, Тигерецкий, Бащелакский хребты. На их вершинах распространены горные тундры. На высотах 1700-1800 м альпийские и субальпийские луга сменяются темнохвойной тайгой. Лишь небольшая юго-восточная часть этой провинции располагается в границах Республики Алтай.

Северо-Алтайская провинция также не полностью располагается в границах РА. В целом эта провинция может считаться лесостепной. Она включает Чергинский, Ануйский и Семинский хребты.

Северо-Восточная Алтайская провинция является типично лесной, т.к. основу ее ландшафтной структуры составляют пенепленизированные низкогорья и среднегорья с темнохвойной тайгой. Включены хребты: Иолго, Сумультинский, Алтынту, Корбу. Незначительные площади на северо-западе провинции входят в состав Алтайского края, а 90% ее относятся к исследуемой территории.

Центрально-Алтайская провинция располагается в наиболее приподнятой части Горного Алтая и отличается наибольшей контрастностью ландшафтов. Она вся располагается в границах республики. Здесь наиболее контрастно выражен спектр высотной поясности. В ее структуре представлены все виды лесных среднегорий и высокогорных ландшафтов, а также гляциально-нивальные высокогорья. Здесь располагаются Теректинский, Куминский, Катунский, Коксуйский хребты, Чуйские хребты, хребет Холзун.

Восточно-Алтайская провинция характеризуется значительным развитием с высоты 1900-2000 м пенепленизированных холмисто-увалистых высокогорий с моховой кустарниковой и щебнисто-лишайниковой тундрой. Гляциально-нивальный тип ландшафтов свойственен наиболее высоким хребтам (Шапшальский, северо-восточный склон Курайского хребта).

Юго-Восточная Алтайская провинция наиболее оригинальна по своей ландшафтной структуре, что объясняется значительной приподнятостью (средние высоты более 2000 м), изолированностью и влиянием на формирование ландшафтов соседней Монголии. В высокогорных котловинах развиты мелкодерновинно-злаковые опустыненные и сухие степи. Орографическую основу составляют хребты Чихачева, Сайлюгем, Табын-Богдо-Ола. В их высокой части развиты гляциально-нивальные ландшафты.

Рельеф. В пределах Республики Алтай выделяется в основном три типа рельефа: поверхность древнего пенеплена, высокогорья с ледниковой и нивальной обработкой (альпийско-ледниковый рельеф) и эрозионно-денудационные среднегорья и низкогорья.

Характерной особенностью рельефа Алтая и Республики Алтай являются межгорные котловины с выровненным рельефом. В границах низкогорий и среднегорий днища котловин имеют небольшие абсолютные отметки. Однако долины и расширенные котловины магистральных рек окружены круто поднимающимися горными хребтами, превышения их водоразделов над днищами долин весьма существенны и достигают 1000 м. Поэтому исследователи часто выделяют долины и котловины в качестве двух отдельных типов рельефа.

Среди межгорных котловин необходимо отметить впадину, занятую Телецким озером (северо-восточная и восточная часть Республики Алтай), Чуйскую и Курайскую впадины, которые разделяет Курайский хребет и систему, образованную Сайлюгемом, Южно-Чуйским и Северо-Чуйским хребтами. Отметим, что (Новиков, 2004, с. 31):

> *«Сорлукольская впадина находится на стыке Курайского и Айгулакского хребтов. Усть-Канская впадина расположена на стыке хребтов Бащелакского, Коргонского и Теректинского. Уймонская и Абайская впадины отделяют хр. Теректинский от хребтов Катунский и Холзун».*

В пределах крупных котловин существует мелкосопочный рельеф. Генезис мелкосопочного рельефа различается в разных районах Республики Алтай, часто это следы древнего оледенения.

В рельефе территории республики отчетливо выделяется «северный фас Алтая» (Геология СССР…, 1967). Южнее происходит чередование горных цепей, состоящих из отдельных горных хребтов и массивов, долин крупных рек и межгорных впадин. Высота гор

растет от северных и северо-западных цепей к хребтам Центрального и Юго-Восточного Алтая. В юго-восточном направлении увеличивается высота равнин от 200-300 м до 1600-2200 м. На севере они занимают мелкие приразломные впадины. В центральном и юго-восточном Алтае равнины приурочены к центральным частям ромбовидных впадин, представляющих собой грабены (Новиков, 2004), ограниченные крупными разломами.

Речная сеть разветвленная, ее густота изменяется от низкогорных районов к высокогорным, где достигает величин 1,5 – 2 км/км^2 (Атлас…, 1978). Многочисленные ручьи, стекающие с гор, формируют около 50 крупных рек. Главными являются Катунь и Бия, при слиянии которых образуется река Обь. Реки первого порядка используют главную систему разломов Алтая (Новиков, 2004).

Алтай – страна горно-степных, горно-таежных и высокогорных видов растительности и почв. Верхняя граница леса в северных районах находится на высотах 1700 – 1800 м, в Центральном Алтае она поднимается до 2000 – 2200 м. В Юго-Восточном Алтае лесной пояс распространен фрагментарно и в целом преобладают степные комплексы.

3.2. Особенности сети метеостанций

Характер пространственной изменчивости грозоактивности изучался и сейчас изучается с использованием регистрационных данных сети гидрометеостанций (ГМС). Всего за рассматриваемый период с 1955 по 2007 гг. на территории республики работали 16 гидрометеостанций (ГМС). До настоящего момента из них продолжают работать 11 ГМС (рис. 3.1 приложение). Закрытие станций обеднило информацию о погоде и факторах ее формирования в горной стране. В настоящее время сеть гидрометеостанций недостаточна.

Две станции (Горно-Алтайск и Кызыл-Озек) находятся на расстоянии 20 км друг от друга. Остальные станции располагаются на гораздо большем расстоянии. Большинство станций располагаются преимущественно в межгорных котловинах или котловинообразных речных долинах. Исключение составляют станции: Яйлю, Ак-Кем и Кара-Тюрек (рис. 3.1 приложение).

Станция Яйлю располагается на восточном берегу Телецкого озера, которое оказывает существенное влияние на погоду побережий и прилегающих склонов. К геоморфологическим особенностям относят большую крутизну склонов и очень узкие прибрежные полосы (на большей части береговой линии они совсем исчезают, уступая место крутым обрывистым берегам). Хребты, расположенные в бассейне Телецкого озера, имеют

субмеридиональное простирание, что облегчает проникновение воздушных масс с севера и северо-запада. Склоны, обращенные к озеру, покрыты густой растительностью. В результате в долине озера формируются микроклиматические условия, которые существенно отличают этот район от остальной территории исследования.

Станции Ак-Кем и Кара-Тюрек располагаются в пределах нивальных и нивально-гляциальных ландшафтов, где весьма существенно влияние ледников. В нескольких километрах (по прямой) южнее находится г. Белуха (4506 м). В настоящее время станция Кара-Тюрек является самой высокой в России. Станции располагаются в юго-восточной оконечности Катунского хребта. Своеобразным продолжением его в восточном направлении может считаться Южно-Чуйский хребет. Их разделяет только неширокая долина р. Аргут. Характерной особенностью этой территории является субширотное расположение наиболее высоких в Русском Алтае хребтов: Катунского и Чуйских Белков и большое количество ледников различных размеров.

Остальные станции располагаются в пределах котловин, которые имеют различные размеры и высоту горного обрамления. При этом склоны горного обрамления северной экспозиции часто заняты лесами, южные – ландшафтами с выраженными признаками степных комплексов. Наиболее ярко такая ландшафтная структура выражена в котловинах Южного Алтая. Эти особенности присутствуют и в котловинах Центрального Алтая (Канская и Уймонская котловины), однако, здесь располагаются большие распаханные участки. В котловинах и котловинообразных расширениях речных долин северного Алтая возрастает роль смешанных лесов. Также для них характерна мозаичность расположения пашен; возрастающая крутизна склонов; уменьшение превышения водоразделов над днищами котловин.

Особое положение занимает станция в селе Кош-Агач. В пределах Чуйской межгорной котловины, где находится село, господствуют степные, сухостепные и полупустынные ландшафты. Это самая большая котловина республики. Западные и юго-западные склоны Курайского хребта, которые ограничивают Чуйскую котловину с севера, заняты каменистыми полупустынями. Склоны Курайского хребта прорезаны узкими глубокими долинами небольших рек и ручьев. В их долинах растут преимущественно тополя, а выше распространены лиственичники, сменяющиеся тундростепями при приближении к водоразделам.

Для достижения целей нашей работы важно отметить приуроченность котловин к зонам разломов, совпадение расширения долин магистральных рек с участками оперения древних разломов северо-западного простирания более молодыми разломами субширотного

простирания (Зятькова, 1977; Дмитриев и др., 2006; Туркин, Федак, 2008). Следует подчеркнуть, что:

- территория исследования характеризуется наличием хрупкой и мощной континентальной коры, а значит и хорошими условиями для развития глубинной электрогенерации;
- современные тектонические движения развиваются на континентальной коре и формируют блоковую структуру территории, что поддерживает режим процессов постоянного обновления разломов и учащения их сети;
- континентальная кора находится в условиях регионального субгоризонтального сжатия;
- на современном этапе выделяются блоки устойчивого поднятия различной интенсивности, тяготеющие к горным хребтам и массивам;
- блоки относительной стабильности или слабого прогибания - это межгорные котловины;
- котловины характеризуются некомпенсированным осадконакоплением и приурочены к зонам крупных долгоживущих и активизированных глубинных разломов северо-западного простирания (Туркин, Федак, 2008).

Географические особенности определяют существенные микроклиматические различия, в которых располагаются метеостанции, следовательно, и погодные ситуации. Приведенные материалы геологических исследований свидетельствуют о существовании благоприятных геолого-тектонических условий для реализации процессов вертикального массо- и энергопереноса. Пространственная сближенность разломной сети и мест расположения ГМС (рис. 3.2 приложение) определяет влияние зон разломов на проявление метеорологических явлений, в частности гроз.

В ключе постановки проблемы данной работы разломная сеть имеет наибольшее значение. Важно подчеркнуть, что многие разломы и даже системы разломов испытывают постоянное подновление на протяжении длительного времени геологической истории. Это особенно важно для понимания размещения энергоёмких процессов по данной территории, так как именно наличие сгущения разломной сети представляет хорошее условие для реализации полей краевых зон, где возникают вихревые эффекты, особенно при развитии грозовых фронтов (Дмитриев, 1998, Дубров, 2009).

3.3. Исходные данные о грозах

Для изучения динамики и интенсивности грозовой активности территории были использованы имеющиеся архивные данные Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Алтай. В целом информационный массив данных содержит около 16.5 тысяч стандартных описаний гроз: дата, время начала и конца события, характер грозы (сильная, слабая, средняя, в окрестности, в точке наблюдения и т.п.).

На территории республики для нужд Авиалесоохраны в период с 2002 по 2007 гг. на здании Алтайской базы авиационной охраны лесов (г. Горно-Алтайск) был установлен грозопеленгатор Верея-МР, который являлся одним из пунктов СРМР (Шахраманьян, 2003; Азметов и др., 2005). Радиус действия грозопеленгатора составляет до 500 км и охватывает практически всю территорию республики.

С целью проверки надежности и точности работы грозопеленгатора Верея-МР нами было проведено сравнение его регистрационных данных с данными о грозах, полученным по наблюдениям сети ГМС. Проводилась проверка совпадения дат регистрации гроз и молниевых разрядов, независимо от их места возникновения. Совпадений нами не выявлено. Грозопеленгатор Верея-МР настроен на регистрацию ЭМИ с указанием пеленга наземных молниевых разрядов. По данным о грозах, фиксируемым сетью ГМС, и согласно способу их регистрации принципиально невозможно выделить тип разрядов при прохождении гроз. Тем не менее, на наш взгляд, было бы ориентировочно приемлемым хотя бы 20% совпадение дат регистрации гроз по слухово-визуальному наблюдению по сети ГМС и регистрационных данных о молниевых разрядах, полученных с помощью грозопеленгатора. К сожалению, процент совпадения оказался нулевым, и поэтому при оценке территории Республики Алтай по степени грозоопасности данные грозопеленгатора Верея-МР нами не учитывались.

На наш взгляд, «провал» в регистрационной работе грозопеленгатора Верея-МР мог быть связан с условиями его размещения. Грозопеленгатор был установлен в центре города Горно-Алтайска, на крыше пятиэтажного здания. Вместе с тем по мере изучения грозовой активности Республики Алтай необходимость в грозосчетчике растет.

3.4. Сезонный ход грозовой активности

Грозовой сезон на территории Республики Алтай начинается в мае и заканчивается в сентябре. Пик грозовой активности приходится на июль (табл. 3.1). По сравнению с другими месяцами грозового сезона число дней с грозой в июле для всех ГМС характеризуется низкой вариативностью. Однако в разные годы в июле число дней с грозой колеблется в очень широких пределах. Например, в июле 1969 года на станции Усть-Кокса число дней с грозой составило 18, а в июле 1979-го года – 3.

Почти для всех станций (70%) можно говорить о двух максимумах числа дней с грозой в течение сезона (табл. 3.1). Второй максимум приходится на июнь. Только станция Кара-Тюрек фиксирует второй максимум в августе. По четырем станциям (Кош-Агач, Усть-Кокса, Ак-Туру и Ак-Кем) были получены равные значения среднего числа дней с грозой в июне и августе при выраженном превышении в июле.

На большей части исследуемой территории в начале сезона (май-июнь) грозовая активность выше, чем в конце сезона (август-сентябрь). Нарастание интенсивности активности гроз более стабильно, чем ее снижение. Показателем большей стабильности является меньшее значение коэффициента вариации в мае-июне (табл. 3.1). Однако для некоторых ГМС его значения превышают 100% в начале и в конце сезона. Это обусловлено тем, что в отдельные годы грозы в мае и сентябре не возникали или их число было минимальным. В другие годы показатели грозовой активности в мае и сентябре оказывались сравнимы со средними значениями, характерными для июня или июля. Это наиболее характерно для высокогорных станций (табл. 3.1, 3.2). Например, ГМС Кош-Агач, где среднее число дней с грозой в мае составляет 1 день, а максимальное зарегистрированное число дней с грозой – 5, что совпадает со средним многолетним значением для июля (табл. 3.2).

Анализ пространственного распределения среднегодового (табл. 3.1) и максимального числа дней с грозой (рис. 3.1; табл. 3.1, 3.2) выявил более короткий период становления грозового сезона в северных и северо-восточных территориях республики. Центральный, Восточный и Юго-Восточный Алтай «запаздывают» и характеризуются более растянутым периодом становления грозового сезона. Обращает на себя внимание отсутствие четкой зависимости формирования грозовой активности от географических условий (высота, рельеф, аридность и пр.).

На территории исследования характерны случаи проявления нескольких гроз в одни сутки. В среднем четверть дней с грозой по всей республике характеризуется повторением гроз. Наиболее часто это происходит в июле. В мае число дней с грозой, в среднем, в 5 раз меньше, чем в июле, но число повторений соизмеримо с июльским. Разница составляет 3%.

Минимальное повторение гроз в течение одних суток происходит в сентябре и не превышает 10% от числа дней с грозой. Количество повторений от года к году на каждой станции колеблется весьма существенно - от их отсутствия до 30%. По территории республики относительно равномерно распространены случаи, когда грозы повторяются в течение одних суток. Выделяется ГМС Чемал, где в среднем число повторений не превышает 9% от количества дней с грозой.

Таблица 3.1

Среднее многолетнее и стандартное отклонение числа дней с грозой

ГМС	**Месяц**										**за год**	
	май		**июнь**		**июль**		**август**		**сентябрь**			
	X	σ (V)	X	σ (V)	X	σ (V)	X	σ (V)	X	σ (V)	X ±e	σ (V)
Шебалино	3	2 (55%)	11	5 (41%)	15	5 (35%)	9	3 (38%)	1	2 (120%)	**39± 2**	**9 (24%)**
Турочак	3	2 (67%)	8	5 (66%)	12	6 (55%)	8	4 (53%)	2	2 (96%)	**33± 2**	**13 (39%)**
Чемал	3	2 (70%)	8	5 (64%)	11	7 (64%)	7	5 (71%)	2	2 (112%)	**32± 3**	**16 (52%)**
Онгудай	1	2 (113%)	8	3 (42%)	12	5 (43%)	7	3 (48%)	1	1 (140%)	**29± 1**	**8 (27%)**
Кызыл-Озек	3	2 (84%)	8	5 (65%)	10	5 (52%)	6	4 (69%)	1	1 (106%)	**28± 2**	**12 (45%)**
Катанда	2	2 (100%)	9	4 (42%)	11	5 (50%)	5	4 (79%)	1	1 (142%)	**27± 3**	**11 (40%)**
Яйлю	2	2 (75%)	7	3 (50%)	9	4 (45%)	7	3 (45%)	1	1 (113%)	**26± 2**	**8 (31%)**
Усть-Кан	1	1 (94%)	7	4 (58%)	10	6 (56%)	5	4 (70%)	1	1 (143%)	**24± 1**	**11 (44%)**
Горно-Алтайск	2	2 (94%)	6	4 (65%)	8	4 (44%)	5	4 (75%)	1	1 (163%)	**23± 2**	**9 (41%)**
Улаган	1	2 (158%)	6	4 (80%)	9	7 (77%)	5	5 (99%)	1	1 (173%)	**21± 2**	**15 (73%)**
Усть-Кокса	1	1 (100%)	5	3 (53%)	8	5 (58%)	5	3 (61%)	1	1 (124%)	**21± 1**	**9 (43%)**
Кош-Агач	1	1 (186%)	3	3 (83%)	5	4 (79%)	3	3 (110%)	1	1 (106%)	**12± 1**	**8 (69%)**
Джазатор	0	0 (0%)	4	4 (126%)	5	4 (78%)	2	4 (145%)	0	0 (0%)	**11± 3**	**11 (93%)**
Уландрык	0	0 (0%)	3	3 (100%)	5	4 (77%)	2	3 (123%)	0	0 (0%)	**10± 1**	**7 (66%)**
Бертек	0	0 (0%)	2	2 (141%)	4	4 (104%)	1	2 (192%)	0	0 (0%)	**7±2**	**7 (95%)**
Кара-Тюрек	0	0 (0%)	1	2 (111%)	3	2 (57%)	2	1 (88%)	0	0 (0%)	**7±1**	**4 (53%)**
Ак-Тру	0	0 (0%)	1	1 (136%)	1	1 (112%)	1	1 (115%)	0	0 (0%)	**3±1**	**2 (88%)**
Ак-Кем	0	0 (0%)	1	1 (166%)	1	1 (91%)	1	1 (182%)	0	0 (0%)	**3±1**	**3 (93%)**
Среднее	**2**	**2 (117%)**	**6**	**5 (77%)**	**9**	**6 (68%)**	**5**	**4 (82%)**	**1**	**1 (153%)**	**22± 1**	**14 (62%)**

X – среднее арифметическое; σ – стандартное отклонение; V – коэффициент вариации; e – ошибка среднего

Таблица 3.2

Максимальное число дней с грозой

ГМС	май	июнь	июль	август	сентябрь	за год
Шебалино	8	24	29	15	6	**59**
Турочак	8	23	32	20	5	**64**
Чемал	9	19	25	17	8	**59**
Онгудай	8	15	26	15	7	**51**
Кызыл-Озек	9	16	25	20	4	**53**
Катанда	6	18	19	14	3	**48**
Яйлю	5	12	16	14	4	**43**
Усть-Кан	6	18	24	14	5	**47**
Горно-Алтайск	6	15	18	16	4	**41**
Улаган	5	16	24	18	6	**58**
Усть-Кокса	5	14	22	14	4	**36**
Кош-Агач	5	10	14	12	6	**36**
Джазатор	0	15	14	13	1	**40**
Уландрык	2	11	15	10	2	**24**
Бертек	1	6	11	8	4	**18**
Кара-Тюрек	1	4	7	5	1	**14**
Ак-Тру	1	2	5	2	0	**6**
Ак-Кем	2	5	4	5	1	**11**

Показатель средней многолетней продолжительности гроз (табл. 3.3) имеет тенденции во временном и пространственном ходе, аналогичные показателю числа дней с грозой. Максимальные значения в большинстве случаев приходятся на июль, начало сезона характеризуется большими значениями этого показателя и большей стабильностью, чем конец грозового сезона (табл. 3.3, 3.4). Однако почти половина станций имеет свои особенности.

На ГМС Катанда и Улаган максимум суммарной среднегодовой продолжительности гроз наблюдается в июне, а на ГМС Турочак – в августе. На ГМС Бертек наблюдается большая продолжительность гроз в августе по сравнению с июнем. Вариативность суммарной продолжительности гроз на ГМС Усть-Кокса и Улаган в начале сезона ниже, чем в конце.

Особенностью проявления гроз в Чуйской котловине (ГМС Кош-Агач) является формирование относительно частых коротких гроз (табл. 3.1, 3.3). Это явление установлено только для станции Кош-Агач. Частота их проявления выводит эту станцию на 9-е место по максимальной суммарной продолжительности гроз (табл. 3.4).

В целом сезонный ход грозовой активности согласуется с особенностями циркуляции атмосферы над исследуемой территорией. При этом происходит быстрое и устойчивое нарастание грозовой активности в начале сезона (май) с достижением максимальных значений в июле. Спад грозовой активности происходит постепенно с большими вариациями, и полностью грозы прекращаются в третьей декаде сентября на всей территории.

Таблица 3.3

Среднее многолетнее и стандартное отклонение суммарной продолжительности гроз (ч)

ГМС	Месяц										за год	
	май		июнь		июль		август		сентябрь			
	X	σ (V)	X	σ (V)	X	σ (V)	X	σ (V)	X	σ (V)	X ±e	σ (V)
Шебалино	6.2	5.0 (81%)	11.4	6.3 (55%)	11.8	6.7 (57%)	11.2	6.3 (57%)	2.8	4.8 (170%)	**43.3 ±2.5**	**15.2 (35%)**
Турочак	4.9	5.1 (105%)	9.4	7.2 (77%)	10.7	6.9 (65%)	10.9	6.6 (60%)	2.4	3.4 (142%)	**38.4 ±2.2**	**15.8 (41%)**
Чемал	4.9	4.7 (96%)	9.3	7.5 (80%)	9.8	6.8 (70%)	8.3	7.9 (95%)	3.8	4.5 (118%)	**36.3 ±4.0**	**20.2 (56%)**
Онгудай	1.7	2.1 (129%)	10.4	5.9 (57%)	11.9	6.1 (51%)	9.7	5.5 (57%)	1.3	2.3 (174%)	**35.0 ±1.5**	**10.7 (31%)**
Кызыл-Озек	3.6	3.6 (103%)	8.9	6.8 (77%)	10.3	7.4 (71%)	9.0	6.9 (77%)	1.4	2.2 (153%)	**33.2 ±2.2**	**15.8 (48%)**
Катанда	3.2	4.7 (146%)	9.3	6.1 (66%)	9.2	8.3 (90%)	8.6	6.6 (76%)	2.4	5.7 (235%)	**32.8 ±3.7**	**14.6 (45%)**
Горно-Алтайск	3.2	4.3 (132%)	9.0	6.5 (72%)	11.3	5.4 (48%)	8.3	6.6 (80%)	0.7	1.2 (178%)	**32.8 ±2.1**	**13.2 (40%)**
Усть-Кан	2.2	3.0 (135%)	9.4	5.6 (60%)	10.6	6.8 (64%)	7.6	6.6 (87%)	1.3	2.3 (187%)	**31.2 ±1.9**	**13.6 (44%)**
Усть-Кокса	1.3	2.4 (177%)	7.4	5.2 (71%)	8.2	5.4 (67%)	6.8	4.8 (70%)	0.9	1.4 (156%)	**24.6 ±1.6**	**11.9 (48%)**
Улаган	1.5	3.1 (214%)	6.1	6.7 (110%)	5.1	6.1 (120%)	5.1	6.4 (123%)	0.9	1.7 (186%)	**18.7 ±2.6**	**19.1 (102%)**
Джазатор	0.0	0 (0%)	3.7	4.1 (110%)	7.0	1.0 (100%)	3.2	5.5 (170%)	0.0	0 (0%)	**14.4 ±3.7**	**13.3 (92%)**
Уландрык	0.0	0 (0%)	4.4	6.1 (138%)	6.5	6.0 (93%)	2.3	3.5 (151%)	0.0	0 (0%)	**13.3 ±2.1**	**10.7 (80%)**
Бертек	0.0	0 (0%)	2.7	4.9 (181%)	6.9	7.9 (115%)	3.0	6.0 (205%)	0.0	0 (0%)	**13.1 ±3.1**	**12.9 (99%)**
Кош-Агач	0.0	0 (0%)	3.6	3.9 (108%)	6.2	6.4 (105%)	2.7	3.9 (145%)	0.0	0 (0%)	**12.7 ±1.6**	**9.8 (77%)**
Среднее	**2.6**	**3.9 (150%)**	**8.0**	**6.5 (81%)**	**9.3**	**6.8 (73%)**	**7.5**	**6.6 (87%)**	**1.4**	**2.8 (200%)**	**29.0 ±0.7**	**16.9 (58%)**

X – среднее арифметическое; σ – стандартное отклонение; V – коэффициент вариации; e – ошибка среднего

Таблица 3.4

Максимальная суммарная продолжительность гроз (ч)

ГМС	май	июнь	июль	август	сентябрь	за год
Шебалино	18.5	22.2	22.8	22.8	21.5	**92.8**
Чемал	19.3	23.8	23.3	22.5	15.3	**82.0**
Улаган	16.0	22.7	23.7	22.5	8.8	**77.6**
Турочак	22.4	23.3	22.4	23.0	16.3	**74.5**
Кызыл-Озек	13.8	22.8	23.8	22.3	9.3	**67.1**
Онгудай	9.2	23.8	22.5	22.8	9.6	**59.6**
Усть-Кан	10.8	23.6	23.5	23.8	12.5	**58.9**
Горно-Алтайск	17.7	23.1	22.4	22.2	5.0	**56.4**
Кош-Агач	15.9	15.9	23.3	20.8	13.0	**49.6**
Катанда	18.2	19.4	23.3	22.8	22.5	**48.6**
Усть-Кокса	11.7	21.1	20.8	20.3	5.8	**48.0**
Джазатор	0.0	13.8	23.1	19.8	6.0	**42.5**
Бертек	2.5	18.0	22.9	19.3	6.3	**41.8**
Уландрык	0.8	22.4	22.5	13.3	1.7	**39.8**

Однако необходимо подчеркнуть, что выявленные особенности во временном и пространственном внутрисезонном распределении гроз сложно объяснить только процессами общей циркуляции атмосферы.

3.5. Районирование территории по степени грозовой активности

На основе среднегодовых показателей числа дней с грозой и суммарной продолжительности гроз по сети ГМС было проведено районирование территории республики по степени грозовой активности. Ранжирование ГМС по указанным показателям проводилось на основе квартильного деления.

Нижний квартиль среднегодового числа дней с грозой составил 11 дней с грозой, верхний квартиль – 28 дней с грозой. Среднегодовое число дней с грозой для всех высокогорных метеостанций не превышает 11 дней с грозой (табл. 3.1). На ГМС Кош-Агач регистрируется в среднем за год 12 дней с грозой. Поскольку эта станция относится к высокогорной территории и разница с другими не высокогорными станциями в числе гроз составляет от 10 до 19 дней с грозой, то мы посчитали целесообразным отнести ее к границе низкой грозоактивности.

Нижний квартиль среднегодовой суммарной продолжительности гроз (табл. 3.3) составил 15.5 часов, верхний квартиль – 34.6 часов. Определение нижнего и верхнего квартилей для параметров грозовой активности по сети ГМС позволило выделить три области с разной степенью грозовой активности (табл. 3.5). Они существенно отличаются по площади и конфигурации (рис. 3.3, 3.4 приложение).

Таблица 3.5

Районирование сети ГМС республики Алтай по степени грозовой активности

Интенсивность грозовой активности	**Среднегодовое число дней с грозой**	**Среднегодовая суммарная продолжительность гроз (ч)**	**ГМС**	**Территория**
Низкая	12 и менее	менее 15.5	Кош-Агач, Уландрык, Бертек, Джазатор, Кара-Тюрек, Ак-Тру, Ак-Кем	Юго-Восток
Средняя	от 13 до 28 включительно	от 15.5 до 34.6 включительно	Горно-Алтайск, Кызыл-Озек, Улаган, Усть-Кан, Усть-Кокса, Катанда, Яйлю	Северо-Запад, часть Северного Алтая, часть Центрального Алтая, Восточный Алтай
Повышенная (грозовой очаг)	29 и более	более 34.6	Турочак, Шебалино, Онгудай, Чемал	Северо-Восток, юг Северного Алтая, Центральный Алтай

Снижение грозовой активности в среднем происходит в направлении с северо-запада на юго-восток. Этим обусловлено выделение Юго-Востока республики в качестве района с *низкой грозовой активностью*. Объяснением этого явления может служить то обстоятельство, что наиболее высокие субширотно направленные горные хребты, выполняя роль орографического барьера, преграждают путь воздушным массам, несущим влагу из района Атлантики. Ослабленное влияние западного переноса дает возможность для усиления монгольского влияния в юго-восточных областях республики. Следствием этого является снижение грозовой активности на Юго-Востоке.

Подчеркнем, что Юго-Восток республики обладает наиболее контрастными геоморфологическими и физическими условиями, которые, усиливая друг друга, определяют ландшафтное разнообразие. Специфика геологического строения и тектонических процессов лежит в основе физико-географических особенностей и может определять те особенности в проявлении гроз, которые были нами выявлены в ходе исследования. Каждая станция территории располагается в резко отличных условиях, что обусловливает отличия и в грозопроявлении.

Территория *максимальной грозовой активности* имеет сложную конфигурацию. В эту категорию входят территории, относящиеся в географическом районировании к северным и северо-восточным районам (Шебалино и Турочак). Здесь грозовая активность нарастает и снижается равномерно. Характерной особенностью этой территории является проявление максимального числа гроз, по сравнению с остальной территорией, как на фоне малого их числа, так и в годы максимальной грозовой активности.

Абсолютные максимумы в числе дней с грозой отмечены на ГМС Турочак (табл. 3.2). Однако среднегодовые показатели грозовой активности уступают показателям ГМС Шебалино.

«Рекордсменом» по грозопроизводительности является ГМС Шебалино. Устойчивые высокие показатели грозовой активности не оставляют сомнений в особенности этой территории, что также подтверждается частотой встречаемости наблюдений населением шаровых молний (около 10 за сезон).

Выявленные особенности грозовой активности на ГМС Турочак и Шебалино, на наш взгляд, являются следствием высокой чувствительности гроз, фиксируемых на станциях, к средовым характеристикам.

В категорию высокой грозовой активности включена часть территории Центрального Алтая – Онгудай и Чемал. Эти две станции фиксируют медленное становление грозовой активности и резкое ее увеличение в средней части сезона, что в сумме дает значения, относи-

мые нами к категории грозового очага. Спад числа дней с грозой и их продолжительности происходит более резко, чем для ГМС Шебалино и Турочак (табл. 3.1, 3.3).

Несмотря на то, что ГМС Чемал и Онгудай относятся к одной физико-географической провинции (Центрально-Алтайской) и к одной орографической зоне, вариативность показателей грозовой активности для них существенно различается. Так, среди грозовых очагов ГМС Онгудай выделяется самой низкой вариативностью как числа дней с грозой, так и суммарной продолжительности гроз. На станции Чемал вариативность этих показателей максимальна.

Снижение увлажнения в районах расположения станций Чемал и Онгудай и, как следствие, распространение сухостепных ландшафтов, убеждает в том, что формирование грозовых очагов, подчиняясь географическим закономерностям, сохраняет существенную специфику, не раскрытую до настоящего времени в полной мере. Этот факт грозопроявления вынуждает расширять информационное пространство далеко за рамки «метеомодели» грозы.

Вся остальная территория республики отнесена к категории *средней грозовой активности*. Анализ ее характеристик выявляет преимущественное изменение проявления числа дней с грозой в меридиональном направлении. В широтном направлении наибольшим изменениям подвержена суммарная продолжительность гроз.

Считаем необходимым отдельно рассмотреть Восточный Алтай. Среди территорий со средним уровнем грозовой активности ГМС Усть-Улаган выделяется по ряду признаков. Вариативность среднегодовой суммарной продолжительности гроз на ГМС Усть-Улаган является максимальной среди всех ГМС и составляет 102%. Приведенные в таблицах 3.2 и 3.4 показатели максимальных величин объясняют высокое значение вариации. Максимальные показатели грозовой активности как за год, так и за месяцы грозового сезона на ГМС Усть-Улаган сравнимы с таковыми для станций, характеризующихся повышенной грозовой активностью (Шебалино и Чемал). ГМС Усть-Улаган в отдельные годы фиксирует усиление грозовой активности до уровня грозового очага. В другие годы наблюдалось полное отсутствие гроз. Таким образом, режим грозовой активности, фиксируемый на этой станции, имеет «пульсирующий» характер. Однако усредненные показатели грозовой активности (табл. 3.1, 3.3) выводят этот участок в категорию средней грозовой активности.

Такая ситуация может быть связана со спецификой географического положения этой станции. Улаганская и Чуйская котловины располагаются в условиях одинаково сурового климата. Это предполагает создание условий грозопроявлений сходных с таковыми на ГМС Кош-Агач, что и происходит в отдельные годы, когда грозовая активность падает. Однако в геолого-тектоническом отношении эти котловины принадлежат к разным структурно-

формационным зонам, что определяет рисунок тектонической сети. Станция Усть-Улаган находится на участке максимального сближения четырех молодых разломов взбросо-надвиговой кинематики. Причем три из них субмеридионального простирания, а четвертый – субширотного (рис. 3.2 приложение). Геолого-тектонические особенности определяют различия в рельефе и ландшафтах. В Улаганской котловине выпадает почти в 3 раза больше осадков, а высота снежного покрова в два раза больше, чем в Чуйской котловине (Сухова, 2009).

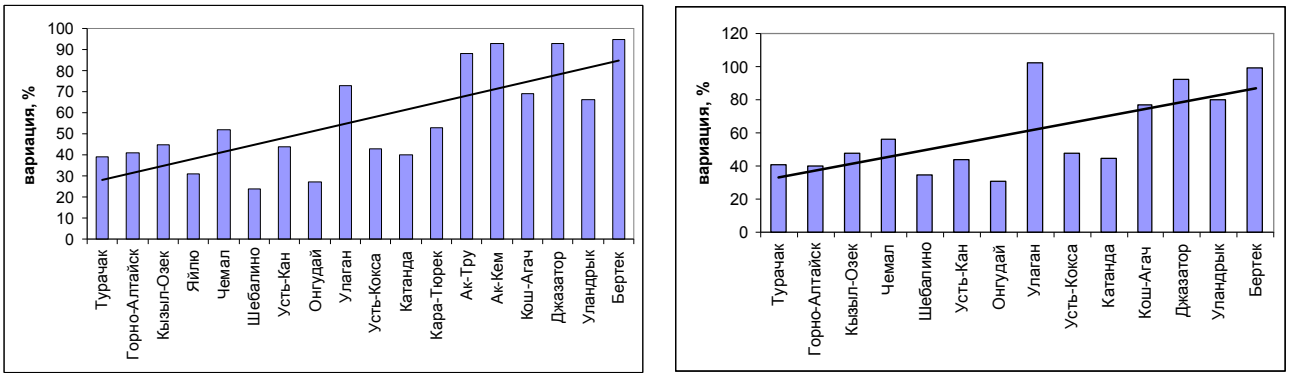
Проявление высокого уровня грозовой активности обусловливает сравнение географических и геологических условий на станции Усть-Улаган с таковыми на территории грозовых очагов. При огромных различиях о некотором сходстве условий можно говорить только для станции Турочак (рис.3.1). Однако, по нашему мнению, различия в характере грозовой активности этих станций также кроются не только в географических условиях, но и в геолого-тектонических. Таким образом, синергизм природных условий обусловливает особые характеристики грозовой активности, которые проявляются на станции Усть-Улаган.

В категорию *средней грозовой активности* входят еще две станции, особенность которых состоит в максимальной пространственной сближенности, это ГМС Кызыл-Озек и Горно-Алтайск. Число дней с грозой в среднем за грозовой сезон на ГМС Кызыл-Озек на 2 дня больше, чем на ГМС Горно-Алтайск; также и суммарная продолжительность гроз дольше на 2 часа. Характерно, что среднегодовая интенсивность гроз в окрестностях ГМС Кызыл-Озек близка к интенсивности грозовых очагов (табл. 3.1). При этом такой тенденции для ГМС Горно-Алтайск не отмечается. Различия в характере грозовой активности на пространственно сближенных и характеризующихся в целом средним ее уровнем метеостанциях Кызыл-Озек и Горно-Алтайск также приводят к необходимости анализа геолого-географических условий их расположения.

В связи с этим следует отметить, что на территории Кызыл-Озека локализуется значительная радоновая аномалия. Есть участки площадью 100-200 м^2, где фон превышает среднее значение по селу на два и более порядка. Этот природный фактор усиливает ионизацию приземной атмосферы и, как следствие, оказывает влияние на увеличение грозовой активности (Гвоздарев, 2007; Дмитриев и др., 2006).

Отметим, что на территории республики вариативность грозовой активности растет в направлении с севера на юг (рис. 3.5). То есть выполняется наиболее общая закономерность в проявлении гроз в горных территориях - с ростом высоты число гроз снижается (Гемфрис, 1936) и увеличивается энергетическая специфика их проявления. В этом же направлении на исследуемой территории растет градиент высот между днищами котловин и водоразделами, уменьшается увлажненность территории. Простирание хребтов и зон глубинных разломов меняется от северо-западного до субширотного. Подчеркнем, что зоны древних (палеозой-

ских) зон разломов северо-западного направления секутся молодыми субширотными разломами более низкого порядка. В общем рисунке разломной сети это определяет ортогональность зон сочленения разломов различного порядка.



а) б)

Рис. 3.5. Распределение среднегодовой вариации числа дней с грозой (а) и суммарной продолжительности гроз (б) по ГМС, расположенным с севера на юг (самая северная – Турочак, южная - Бертек)

Таким образом, в ходе исследования было установлено, что в целом для территории Республики Алтай не удается проследить явного влияния только физико-географических условий на распределение грозовой активности, на ее энергоемкость и на формирование грозовых очагов.

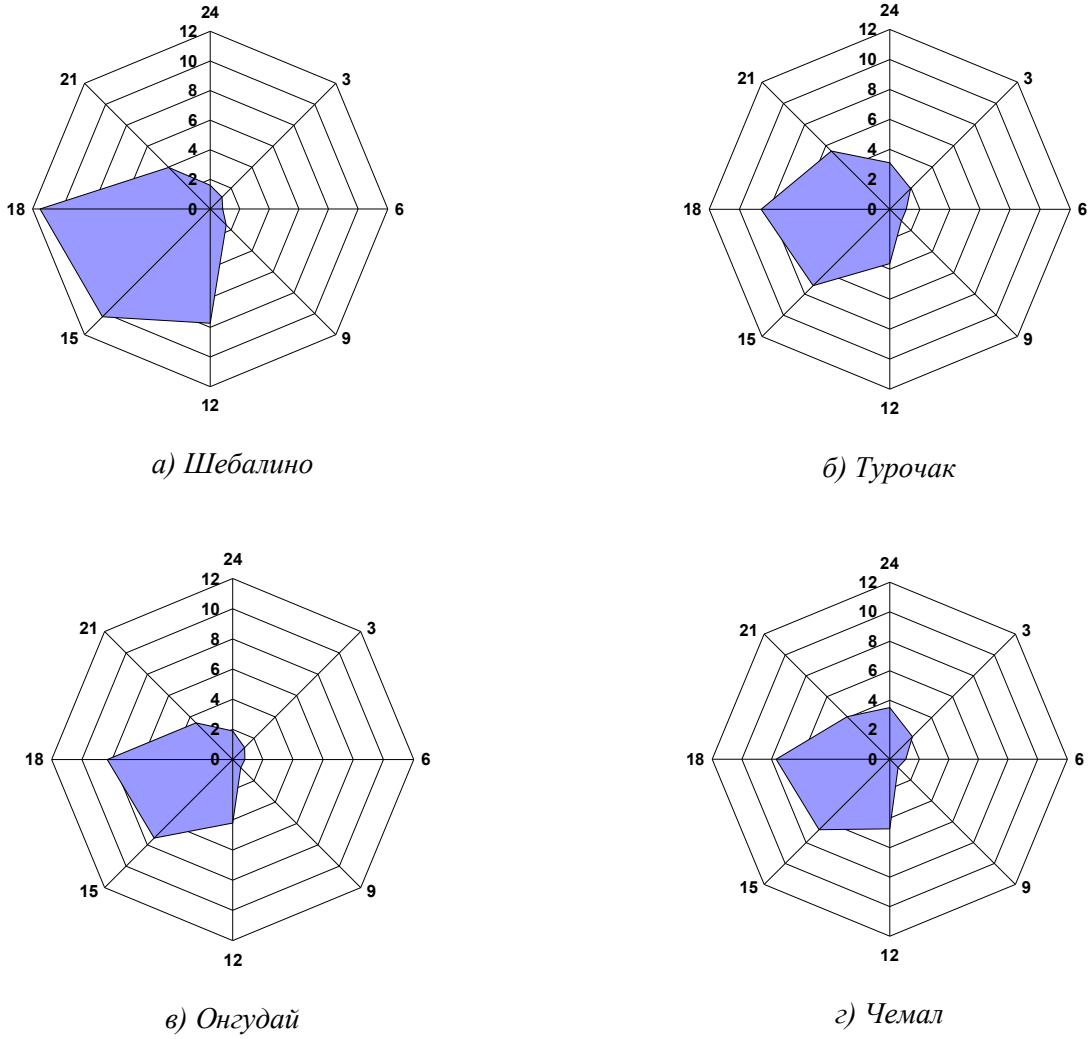
3.6. Суточный ход грозовой активности

В этой части исследования использовались данные 14 станций, на которых велись наблюдения за временем начала и окончания гроз. Время регистрации гроз было приведено к местному времени. Сутки были разбиты на интервалы продолжительностью в 3 часа. Такое деление суток определено значением верхнего квартиля продолжительности гроз, который составил 2.5 часа.

Для каждой пары временных интервалов на каждой ГМС проводилась оценка статистической значимости различий по рядам их значений. Для этого был использован непараметрический критерий Манна-Уитни. Выбор этого критерия обусловлен тем, что наименьший период регистрации гроз составил 13 лет (ГМС Джазатор). Критерий Манна-Уитни является более «чувствительным» к различиям в выборках малого объема и не требует проверки нормальности данных в отличие от t-критерия Стьюдента.

На рисунках 3.6-3.8 представлены вычисленные среднегодовые значения числа гроз за каждые три часа суток. Среднегодовое число гроз, например, для интервала от полуночи до 3 часов ночи отмечается на оси «3», для интервала от 3 до 6 часов - на оси «6» и т.д.

В суточном ходе грозовой активности были выявлены общие закономерности и особенности, характерные для каждой станции.



а) Шебалино *б) Турочак*

в) Онгудай *г) Чемал*

Рис. 3.6. Распределение среденегодового числа гроз в течение суток на ГМС с повышенной грозовой активностью (грозовые очаги)

Общим является отсутствие статистически значимых различий в числе гроз для трехчасовых интервалов с 12 до 18 часов, а также с 21 часа до 9 часов. Эти временные интервалы определяют соответственно периоды максимальной и минимальной активности гроз. Также для большинства ГМС статистически значимо не различается число гроз в симметричных относительно дневного максимума временных интервалах 9-12 часов и 18-21 час.

Таким образом, на большей части территории Республики Алтай ночью (0-9 часов) регистрируется 1-2 грозы или грозы не возникают совсем. С 9 часов происходит рост числа гроз, который достигает максимума практически на всей территории в интервале 12-18 часов. Позже наблюдается снижение количества гроз, которое достигает минимума после 21 часа. Такой характер суточного хода числа гроз в большей степени отмечается на ГМС со средней грозовой активностью.

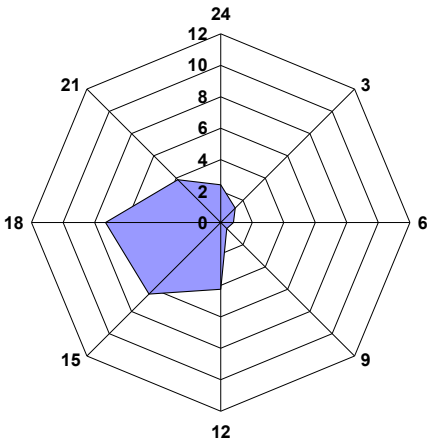
Описанному выше характеру распределения грозовой активности в течение суток из грозовых очагов (рис. 3.6) подчиняется только ГМС Онгудай. Остальные грозовые очаги имеют особенности. Отметим, что именно ГМС Онгудай по среднегодовым показателям наиболее близка к ГМС, характеризующимся средней грозовой активностью (табл. 3.2, 3.4).

На станции Чемал во временные интервалы 9-12 часов и 18-24 часа число гроз статистически значимо не различается. Здесь наблюдается расширение времени действия ночных гроз и сокращается статистически значимый их минимум, который наблюдается после полуночи до 9 часов утра.

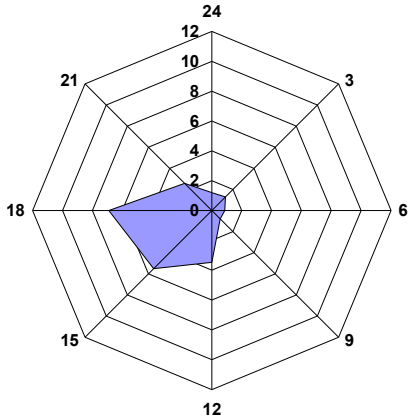
На ГМС Шебалино больше, чем на других территориях, формируется утренних гроз – 8 гроз в интервале 9-12 ч. Это число соизмеримо с дневными максимумами (12-18 ч) на других станциях. Вечером (18-21 ч.) число гроз статистически значимо ниже, чем утром (9-12 ч.). Таким образом, на ГМС Шебалино имеет место второй «утренний» максимум грозовой активности (с 9 до 12 часов).

Особенность суточного хода грозовой активности на станции Турочак заключается в том, что здесь максимум грозовой активности также растянут во времени и включает два интервала - 15-18 и 18-21 час. Важная особенность проявляется в том, что вечерние (18-21 ч) грозы статистически значимо преобладают над утренними (9-12 ч) грозами, которые, в свою очередь, статистически не отличаются от ночных (21-24 ч). Таким образом, на ГМС Турочак проявляется второй «вечерний» максимум грозовой активности (с 18 до 21 часа).

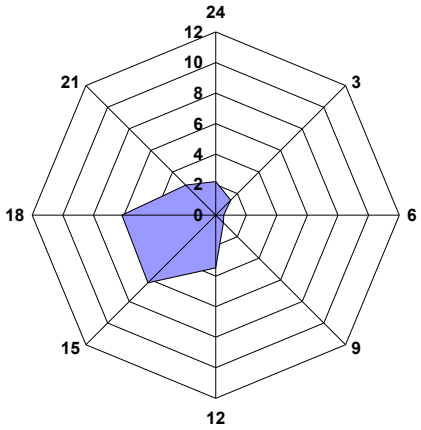
На территории, которая была отнесена к категории средней грозовой активности (рис. 3.7), выделяется суточный ход грозовой активности на ГМС Катанда. Здесь максимум гроз проявляется в период 15-18 часов. При этом он сравним с абсолютным суточным максимумом числа гроз в грозовых очагах. Таким образом, для ГМС Катанда происходит усиление грозовой активности в короткий интервал времени (3 часа). Тогда как для большинства других ГМС и, в частности, для грозовых очагов, увеличение числа гроз происходит в больший временной период (6-9 часов).



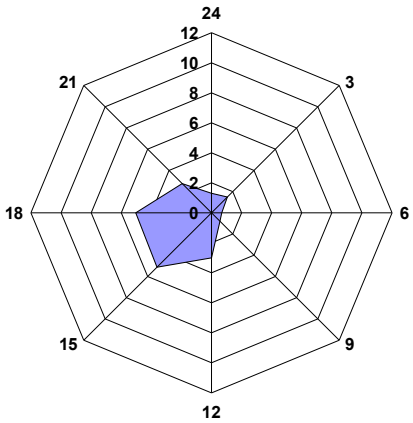
а) Кызыл-Озек



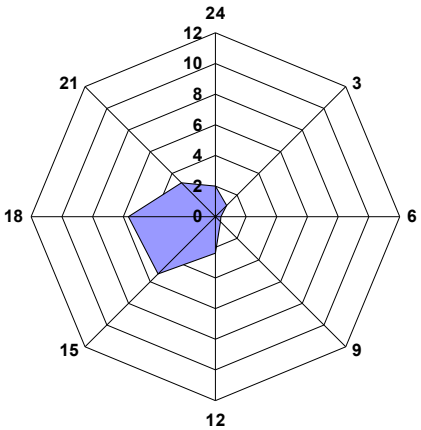
б) Горно-Алтайск



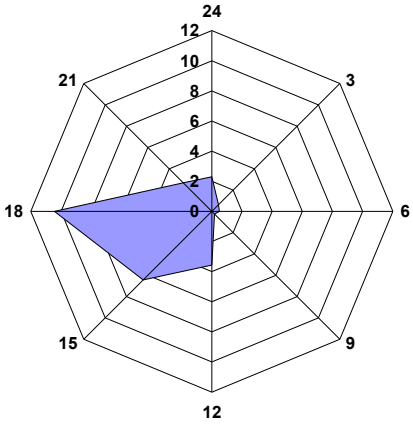
в) Усть-Кан



г) Усть-Кокса

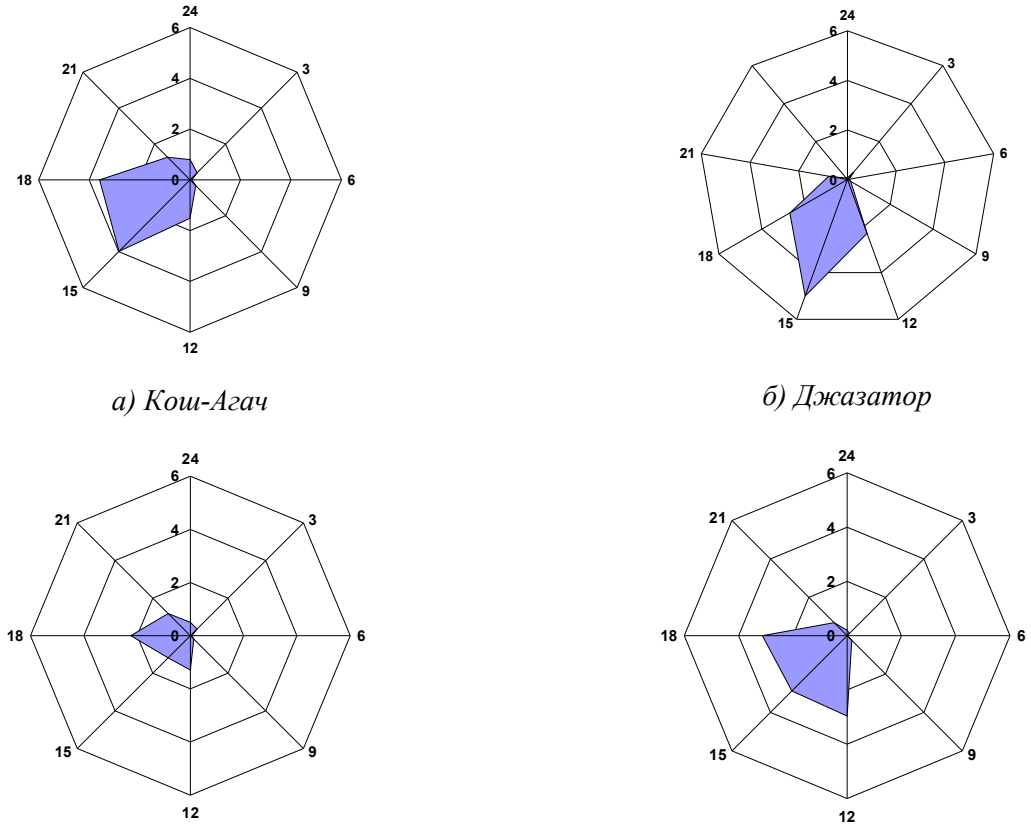


д) Улаган



е) Катанда

Рис. 3.7. Распределение среденегодового числа гроз в течение суток на ГМС со средней грозовой активностью



а) Кош-Агач *б) Джазатор*

в) Бертек *г) Уландрык*

Рис. 3.8. Распределение среднегодового числа гроз в течение суток на ГМС с низкой грозовой активностью

Характер суточного хода грозовой активности на территории Юго-Восточного Алтая (рис. 3.8) существенно отличается от такового для остальной территории республики . Малое число гроз не позволяет достоверно выявить различия в числе гроз в течение суток. Это приводит к тому, что на ГМС Уландрык и Бертек происходит ровное распределение числа гроз в течение всего дня. Их максимум приходится на 9-18 часов на ГМС Уландрык и на 9-21 часов на ГМС Бертек. Станция Джазатор фиксируют явный максимум в интервале 12-15 часов. Суточный ход грозовой активности на ГМС Кош-Агач повторяет таковой для большинства ГМС, характеризующихся средней грозовой активностью.

Таким образом, наибольший разброс в суточном ходе проявления гроз характерен для станций, которые располагаются в зонах с низкой и повышенной грозовой активностью. Еще раз подтверждается изменение характера грозовой активности в направлении с северо-запада на юго-восток республики. На территории со средней грозовой активностью характер суточного хода проявления гроз в широтном направлении не меняется. В меридиональном направлении намечается тенденция увеличения продолжительности интервала с минимальным числом гроз в направлении с северо-запада на юго-восток.

3.7. Связь гроз с солнечной активностью

Периодический процесс уменьшения и возрастания грозовой активности на исследуемой территории, как было выявлено на предыдущих этапах работы (Дмитриев и др., 2002; Дмитриев и др., 2006; Кочеева, 2002, 2003), во многом зависит от солнечной активности и является значительным региональным геолого-геофизическим звеном в процессах солнечно-земных взаимосвязей. Подчеркнем, что наряду со стандартными характеристиками (наличие корреляционных связей между годовым числом дней с грозой и числами Вольфа), нами были учтены и глобальные особенности проявления этой связи в значительной вариации концентрации радиоактивности приземной атмосферы. Причем причина резкого возрастания радиоактивности в каждом конкретном случае не всегда бывает ясна. Поэтому было уделено внимание не только региональным и локальным скачкам в концентрациях радона, но был осуществлен поиск влияния общепланетарных глобальных причин увеличения радиоактивности атмосферы.

О периодизации глобальной радиоактивной аномалии атмосферы, которая влияет на грозоактивность Земли, имеются следующие сведения (Панасюк, 2006, с.36):

> *«Впоследствии оказалось, что радиационная аномалия «дышит». Периодичность дыхания аномалии – изменение потоков частиц – связана с фазами солнечной активности: в минимуме активности потоки увеличиваются, а в максимуме, наоборот, уменьшаются.*
>
> *…В годы, когда наше Солнце с особой щедростью извергает в пространство мощные потоки солнечной плазмы и частиц, радиация аномалии ослабевает. …В годы максимума она (атмосфера) разогревается, плотность её частиц на орбитах пилотируемых кораблей увеличивается. В это время частицы радиационных поясов начинают все чаще сталкиваться с молекулами, атомами атмосферы и терять энергию.*
>
> *…В годы минимума наблюдается обратная картина: потоки и дозы радиации значительно увеличиваются».*

Приведенные выше выводы Панасюка характеризуют картину в целом, без учета региональных и локальных особенностей геолого-геофизической среды. Особое значение в закономерности функций магнитосферы Земли играет солнечный ветер (Веселовский, 2010б, с. 5-16):

> *«Эти возрастания (скорости солнечного ветра – А.Д.) бывают настолько сильными и резкими, что возникают распространяющиеся ударные волны, пробегающие по всей Гелиосфере. До Земли такой удар добегает за сутки, в самых редких известных случаях даже за 12 ч., а до границ гелиосферы – за несколько месяцев.*
>
> *Основным двигателем быстрого ветра, ускоряющим движение плазмы и выбрасывающим её против силы тяжести в верхней солнечной атмосфере, служат магнитные силы, хотя еще совсем недавно многие исследователи думали, что главную роль играет нагрев короны и газовое давление наподобие процессов в обычном*

реактивном двигателе. Оказалось, однако, что газовое давление в Солнечной короне в целом меньше магнитных натяжений. Сила Ампера при этих условиях ускоряет движение плазмы гораздо эффективнее, чем газодинамическое давление». (Подчеркнуто нами).

Приведенная выдержка весьма существенна при рассмотрении вопросов природной стимуляции грозовых процессов на Земле в целом и в региональных срезах в частности. По крайней мере, для территории Республики Алтай с ее геолого-геофизической спецификой существенность вариации геомагнитного фона, особенно в плане локализации высокоградиентных магнитных аномалий (Холзунская, Макарьевская, Красногорская, Майминская и др.), значительно влияет на характер грозоактивности изучаемой территории, что в совокупности с периодизацией солнечной активности и определяет региональный режим гроз.

В целом для всех гроз, зарегистрированных сетью ГМС на территории республики, отмечается статистически значимое увеличение их числа в годы нечетных Солнечных циклов по сравнению с четными циклами (Дмитриев и др., 2006). При этом оказалось, что по грозовой активности из общего состава 11 ГМС, охвативших своими регистрациями два или четыре Солнечных цикла, четыре станции (Улаган, Кош-Агач, Усть-Кокса, Усть-Кан) дали значительное преимущество нечетных циклов. Для пяти станций (Бертек, Уландрык, Онгудай, Кызыл-Озек, Горно-Алтайск) отмечается преимущество четных циклов. Для грозовых очагов Турочак и Шебалино наблюдается отсутствие изменчивости числа дней с грозой в годы четных и нечетных солнечных циклов.

Важно отметить, что максимальное проявление гроз опережает на один год максимумы солнечной активности 19-22-го солнечных циклов (Дмитриев и др., 2006). Также было обнаружено, что грозовая активность наиболее интенсивно протекает в дни с высокими значениями чисел Вольфа ($W \geq 100$ и более).

Грозовые процессы своеобразно откартировали территорию в зависимости от размещения знаков магнитного поля солнечных пятен – западные или восточные. Детализация и углубление понимания выявленного эффекта трехвидовой чувствительности гроз территории республики на активность Солнца по четности циклов (районы чувствительности нечетных и четных циклов воздействия и районы – независимые от четности циклов) являются новой задачей понимания одного из региональных звеньев солнечно-земных взаимодействий. Решение этой задачи – дело будущих исследований.

В настоящей работе с целью более детальной оценки отзыва грозовых процессов на активность Солнца нами дополнительно были рассчитаны ранговые коэффициенты корреляции (по Спирмену) между суммарным числом дней с грозой, суммарной продолжительностью гроз за год на каждой ГМС с числами Вольфа и потоком радиоизлучения (на волне 10.7 см). Кроме того, в качестве параметра солнечной активности нами был использован поток

галактических космических лучей (ГКЛ), так как именно через этот параметр в настоящее время обосновывают «физическую» составляющую связи грозовой и солнечной активности (Козлов, Муллаяров, 2004; Ермаков, Стожков, 2004).

Статистически значимая положительная корреляция числа грозовых дней с потоком радиоизлучения Солнца и с числами Вольфа выявлена для ГМС Кызыл-Озек и Кара-Тюрек. Для этих же станций отмечается отрицательная корреляция с потоком космических лучей (табл. 3.6). Статистически значимых связей между суммарной продолжительностью гроз и солнечной активностью не выявлено.

Таблица 3.6

Статистически значимые ($p \leq 0,05$) коэффициенты корреляции числа дней с грозой с параметрами солнечной активности

ГМС	Числа Вольфа (W)	Поток радиоизлучения	Поток ГКЛ
Кызыл-Озек	0.3	0.3	-0.3
Кара-Тюрек	0.7	0.7	-0.7

Заметим, что мы рассматривали суммарную активность Солнца за год, при этом проявление грозовой активности характерно только для летних месяцев. Ясно, что на полученные коэффициенты корреляции оказывали влияние «избыточные» значения параметров солнечной активности за весенний и осенне-зимний период. Тем не менее можно считать проведенные расчеты оправданными по причине наличия возможной продолжительной релаксации геофизических полей после прохождения сильных вспышек на Солнце.

Так как длительность солнечного оборота в среднем составляет 27 земных суток, то наиболее точной «локальной» характеристикой активности Солнца считаются суммарные за месяц значения ее параметров (Дубов, 1982). Поэтому нами были рассчитаны ранговые коэффициенты корреляции для рассматриваемых параметров активности Солнца с параметрами грозовой активности за месяцы грозовых сезонов с мая по сентябрь (табл. 3.7).

Все рассматриваемые параметры грозовой активности ГМС Кызыл-Озек имеют положительную корреляцию с параметрами солнечной активности и отрицательную с потоком ГКЛ. Таким образом, вклад солнечной активности в изменение грозовой активности на ГМС Кызыл-Озек составляет около 20%.

На ГМС Кара-Тюрек вклад солнечной активности в формирование «числа дней с грозой» может достигать 40%, что свидетельствует о достаточно устойчивом и локальном участке вертикального энергоперетока в месте размещения этой ГМС.

Таблица 3.7

Статически значимые (p≤0,05) коэффициенты корреляции связи параметров грозовой и солнечной активности по месяцам грозовых сезонов

ГМС	Числа Вольфа (W)		Поток радиоизлучения		Поток ГКЛ	
	Число дней с грозой	Суммарная продолжи-тельность, ч	Число дней с грозой	Суммарная продолжи-тельность, ч	Число дней с грозой	Суммарная продолжи-тельность, ч
Кара-Тюрек	0.4		0.4		-0.3	
Кызыл-Озек	0.2	0.2	0.2	0.2	-0.2	-0.2
Улаган	-0.2		-0.2		0.1 (при p=0.06)	
Уландрык						-0.2
Кош-Агач	0.1					

ГМС Улаган отличается наличием отрицательной корреляции солнечной активности и числа дней с грозой, что по данному параметру «роднит» этот район с территорией Якутии. Связь числа дней с грозой с потоком ГКЛ достаточно низкая и значима при p=0.06. Это на наш взгляд говорит о том, что выявленная связь неустойчива. В качестве «модификаторов» этой связи могут выступать различные факторы. Например, пуски ракетоносителей с космодрома Байконур, так как основные тангажные плоскости пролета ракетоносителей проходят по территории Улаганского района (Дмитриев и др., 2006), либо «особые» местные условия, способствующие «непосредственному» влиянию ГКЛ на формирование гроз, и прочее.

Детализация по месяцам сезона выявила очень низкую, но статистически значимую положительную связь числа дней с грозой с числами Вольфа для ГМС Кош-Агач и отрицательную связь продолжительности гроз с потоком ГКЛ для ГМС Уландрык.

Малые статистически значимые (за счет достаточного ряда исходных данных – 625 событий) значения коэффициентов корреляции свидетельствуют о сложности и многокомпонентности влияния солнечно-земных связей на проявление грозовой активности. На наш взгляд, именно комплекс геолого-геофизических факторов создает условия, которые «экранируют» влияние Солнца.

В результате проведенного исследования установлена связь грозовой и солнечной активности на большей части территории Республики Алтай. При этом грозовые очаги характеризуются более сложным характером этой связи. Напрямую корреляционной зависимости между активность гроз и Солнца для них не было выявлено. Однако «предупреждение» грозами за год максимумов Солнечных циклов говорит о том, что такая связь есть и для ее выявления необходимо использование других статистических методов.

По сравнению с результатами, полученными в ходе исследований связи грозовой активности с активностью Солнца на территории Якутии, где была выявлена отрицательная

связь гроз с числами Вольфа и положительная связь с потоком ГКЛ, для территории Республики Алтай аналогичный характер связи наблюдается только для двух ГМС - Уландрык и Улаган. Однако преимущество по величине коэффициентов корреляции остается за положительной связью между грозовой и солнечной активностью (табл. 3.7).

3.8. Связь с космогеофизическими факторами

Исследование физической основы грозовых процессов и выявление непростой сущности данных явлений (Горбатенко, 2003; Козлов, Мулояров, 2004 и др.) привели исследователей к учету, казалось бы, далеко отстоящих факторов влияния на общую грозоактивность (Гущина и др., 2010). Как и в более ранние годы изучения гроз, специалисты встречали дополнительные трудности в значительных вариациях воздействия космогенных факторов на грозы. Так, еще в 50-х годах XX-го века Ney (1959), как отмечал Lethbridge (1990, p.13646), высказывал утверждение:

> *«Число гроз максимально в средних широтах, так же как и в горах, что показывает возможную связь между грозами, космическими лучами и атмосферной ионизацией, вызванной космическими лучами. Мы работаем с грозами как с атмосферным явлением и α° может быть включено в эту связь.*
>
> *На космические лучи, как и на состояние геомагнитного поля, влияет Солнечная активность. При изменении Солнечного цикла с максимума на минимум космические лучи меняются противоположно. В период смены солнечного минимума на солнечный минимум энергетическая частота основных Галактических космических лучей при приближении к Земле уменьшается до 40%. (Smart and Shea, 1985, p.6-6)».*

По поводу этих вариаций в работе Гущиной и ее соавторов (2010, с. 464) высказывается обоснованная тревога:

> *«Еще нельзя утверждать, что в 2008 г. (и сейчас в 2009 г.) интенсивность ГКЛ полностью восстановилась, как происходит обычно в минимуме СА. Мы ожидаем, что в ближайшем будущем интенсивность КЛ будет нарастать до значительных значений из-за запаздывания модуляции космических лучей относительно изменений СА. Кроме того, она может дополнительно увеличиться, если наклон токового слоя уменьшится до обычных для эпохи минимума величин. Данные за 2009 г. говорят о существенном снижении величины η и это, скорее всего, приведет к дополнительному увеличению потока КЛ и мы увидим небывало высокий его уровень». (Подчеркнуто нами).*

Следует иметь в виду, что выявленная ранее гелиочувствительность территории Республики Алтай, в отношении грозовой активности, подтвердилась и для космических лучей (Гвоздарев, Сахаров, 2007). Учитывая содержание выводов в приведенной выше цитате, мы получаем доводы в пользу возникновения на территории республики грозовых процессов «нового поколения». Далее, если учесть сближение сейсмических событий до возникновения

общей закономерности (Левин, Сасорова, 2010) в прохождении этих энергоемких процессов, а с другой стороны, принять во внимание солнечно-лунные воздействия на региональное и общепланетарное течение грозовых процессов (Lethbridge, 1990), действительно приходится соглашаться с довольно суровыми грядущими прогнозами, увязанными с общим сценарием планетофизических преобразований на Земле.

В продолжение исследований зависимости грозовых процессов от режимов ГМП и космогенных факторов на территории Республики Алтай рассмотрим результаты целенаправленной работы по теме (Гвоздарев, Сахаров, 2007). Для изучения связи грозоактивности с индексами геомагнитной активности (D_{st}, Ap, Kp, C9) и интенсивностью потока ГКЛ был использован ранговый корреляционный анализ по Спирмену. Принимались к обработке данные по числу гроз в дни грозовых сезонов в период с 1955 по 2003 гг. для 10 ГМС: Турочак, Горно-Алтайск, Кызыл-Озек, Чемал, Шебалино, Онгудай, Усть-Кан, Усть-Кокса, Улаган и Кош-Агач.

Для учета возможного запаздывания или релаксации реакции гроз на изменения геомагнитной активности и интенсивности ГКЛ ранговые коэффициенты корреляции были рассчитаны со сдвигом на 12 дней до и после события. В результате была получена зависимость коэффициента корреляции смещения данных по грозам относительно данных по интенсивности ГКЛ и геомагнитным индексам на 12 дней до и после события (рис. 3.9). Авторы рассматриваемой нами работы (Гвоздарев, Сахаров, 2007, с. 89) дают следующий анализ полученного результата:

> *«Коэффициенты корреляции имеют очень малые значения, хотя корреляционная связь является достоверной из-за большой статистики... Максимальный (по модулю) коэффициент корреляции числа гроз с геомагнитными индексами (Ap, Kp, C9) наблюдается при сдвиге на два дня. По-видимому, грозы реагируют на солнечные вспышки, так как они происходят за два-три дня до геомагнитных возмущений. Индекс кольцевого тока (D_{st}) имеет положительную связь с числом гроз, причем наблюдается два максимума, первый из которых, по-видимому, является реакцией на солнечную вспышку (наблюдается при сдвиге на три дня до события), а второй приходится на время 6-7 дней после геомагнитного возмущения и его природа пока неизвестна». (Подчеркнуто нами).*

Обратим внимание на тот факт, что для индекса кольцевого тока коэффициенты корреляции с числом гроз (по модулю) выше, чем для геомагнитных индексов (рис. 3.9). При этом значения D_{st} индекса в диапазоне от -100 нТл до -50 нТл определяют средние магнитные бури, а ниже -100 нТл – сильные магнитные бури (Ермолаев, Ермолаев, 2009). Величины геомагнитных индексов положительны и их большие значения соответствует наличию магнитной бури или суббури.

Таким образом, положительный коэффициент корреляции числа гроз с индексом кольцевого тока и отрицательный коэффициент корреляции с геомагнитными индексами свиде-

тельствует об увеличении числа гроз в дни без проявления магнитных бурь и суббурь. Более вероятно увеличение числа гроз непосредственно во время геоэффективных вспышек на Солнце, что требует дополнительных исследований. Интересным является и факт отсутствия реакции гроз Республики Алтай на интенсивность потока ГКЛ (C-Ray, рис. 3.9). Кроме того, как было показано выше (раздел 3.7), различные участки исследуемой территории имеют и различный характер «чувствительности» гроз на активность Солнца, за счет чего могут нивелироваться реакции гроз на Солнце без территориальной детализации.

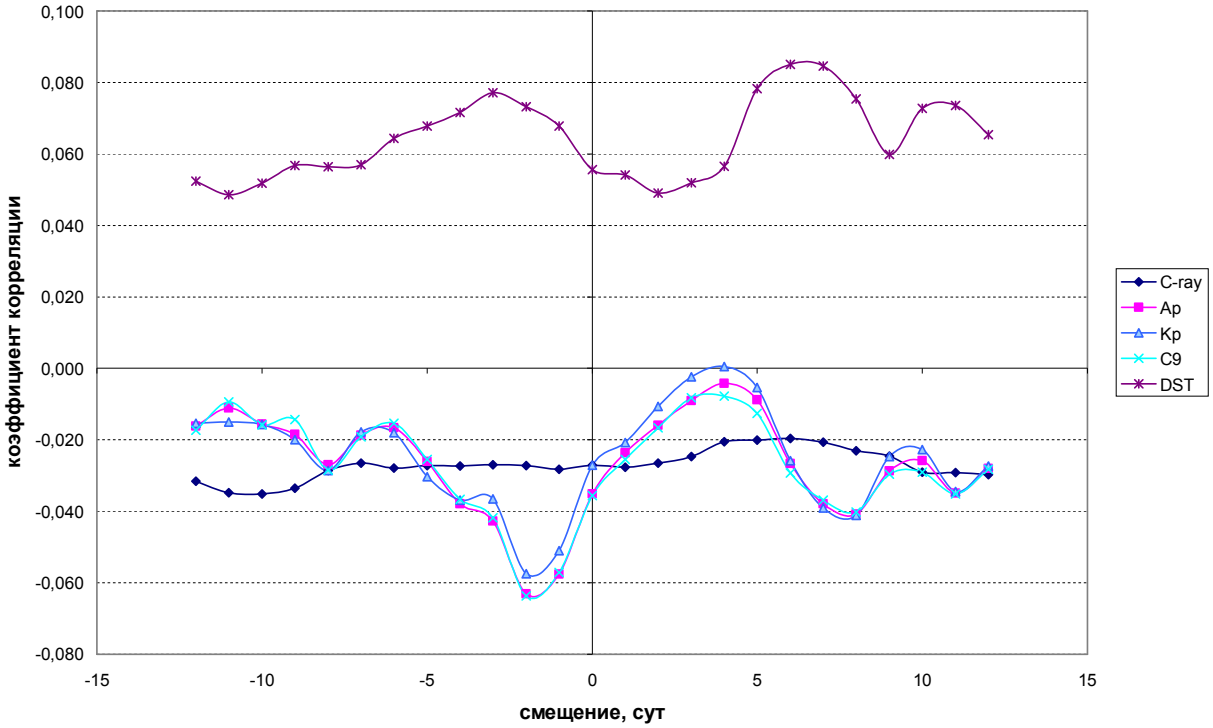


Рис. 3.9. Зависимость коэффициента корреляции от сдвига данных по грозам относительно геомагнитных данных (в сутках) по (Гвоздарев, Сахаров, 2007)

Поэтому А.Ю. Гвоздаревым и А.В. Сахаровым (2007) аналогичный выше описанному способу анализ грозоактивности был проведен для отдельных ГМС Горного Алтая. Это позволило выявить пространственную неоднородность реакции гроз на космические события. На основе полученных результатов были выделены высоко-, средне- и слабо чувствительные к космическим событиям ГМС (табл. 3.8).

Полученные результаты хорошо согласуются с результатами корреляционного анализа связи грозовой и солнечной активности (табл. 3.8 раздел 3.7). Максимальные по модулю коэффициенты корреляции между грозовой активностью и интенсивностью ГКЛ для ГМС Кызыл-Озек и Улаган еще раз подтверждают наличие для них определенного механизма изменчивости активности гроз, контролируемого Солнцем.

Таблица 3.8

Классификация метеостанций по типу связи грозоактивности с космическими событиями. В скобках приведены максимальные значения коэффициентов корреляции по (Гвоздарев, Сахаров, 2006)

Чувствительные к геомагнитным возмущениями	**Чувствительные к интенсивности космических лучей**	**Нечувствительные**
Горно-Алтайск (0.046)	Кызыл-Озек (-0.073)	Кош-Агач
Онгудай (0.044)	Улаган (0.086)	Усть-Кан
Турочак (0.059)	Чемал (-0.038)	
Усть-Кокса (0.042)	Шебалино (-0.058)	

При этом отрицательная корреляция грозовой активности с интенсивностью потока ГКЛ (табл. 3.8) и положительная корреляция с параметрами Солнечной активности (табл. 3.7) для ГМС Кызыл-Озек свидетельствуют о том, что число гроз увеличивается в этом районе при увеличении именно активности Солнца.

Обратная корреляция грозовой активности с параметрами солнечной активности (табл. 3.7) и положительная корреляция с потоком ГКЛ (табл. 3.8) для ГМС Улаган свидетельствует о чувствительности гроз в этом районе к изменению интенсивности потока ГКЛ, который снижается по мере усиления вспышечной активности Солнца и возрастает в период ее уменьшения. Таким образом, проявление гроз в окрестностях ГМС Улаган возможно подчиняется физическому механизму формирования гроз, предложенному Ермаковым и Стожковым (2004).

Важно отметить, что для грозовых очагов Турочак, Шебалино, Онгудай, Чемал проявилась реакция грозовой активности на изменение геомагнитной активности и интенсивности ГКЛ (табл. 3.8). При этом грозы ГМС Чемал и Шебалино реагируют на снижение потока ГКЛ, а грозы ГМС Турочак и Онгудай - на увеличение геомагнитной активности. Этот результат, возможно, объясняется разной реакцией территорий грозовых очагов непосредственно на вспышечную активность Солнца.

Наличие отрицательной корреляции числа гроз с потоком ГКЛ и положительной связи с геомагнитными индексами, на наш взгляд, свидетельствует о преобладающем влиянии на увеличение грозовой активности «местных» факторов ионизации атмосферы, к которым можно отнести как техногенные факторы воздействия на атмосферу (Дмитриев и др., 2006), так и радиоактивные газы (радон и торон) (Ермаков, Стожков, 2004). Расчетным путем было выявлено, что равновесная концентрация ионов пропорциональна корню квадратному от концентрации радона (Гвоздарев, 2007). А.Ю. Гвоздаревым (2007, с. 92-93) выявлено, что

«при изменении концентрации радона в 100 раз, концентрация ионов в атмосфере увеличится в 10 раз. Заметим, что при геомагнитных возмущениях концентрация радона

в приземном слое увеличивается до 5 фоновых значений (в невозмущенный период[4]). Нетрудно видеть, что концентрация ионов при этом должна возрастать более чем в двое…повышение концентрации радона может способствовать усилению восходящих потоков и конвекции …, что в свою очередь, способствует образованию грозовых облаков».

А.Ю. Гвоздарев резюмирует свои исследования следующим (2007, с. 95-96):

«значительно большее влияние может оказать радон, попавший в восходящий поток, над которым формируется кучевое облако. … присутствие источника ионизации в облаке вследствие конвективных процессов может привести к значительному разделению пространственного разряда, вызванного переносом ионов разных знаков каплями воды. …Таким образом, при наличии восходящего потока (а это определяется метеоусловиями) наличие источника радона способствует образованию в облаке, образующимся над этим потоком, дополнительного электрического поля. Процесс разделения разрядов в таком облаке протекает более интенсивно, что при прочих равных условиях увеличивает вероятность грозовых явлений».

В связи с этим высокая вариативность грозовой активности на ГМС Кызыл-Озек, выводящая в отдельные годы эту территорию в разряд грозовых очагов, с учетом наличия радоновой аномалии, может быть объяснена именно процитированным эффектом увеличения радиоактивности приземной атмосферы в годы повышенной геомагнитной активности.

Хотя и с радоном не все так просто и ясно, как кажется на первый взгляд. Рассматривая вопросы региональных источников и динамики радона, целесообразно привести сведения относительно общих проблем этого элемента, высказанных В.Э. Ковдерко (2004, с. 265-269):

«1. Несмотря на хорошую аппаратурную оснащенность, существует огромная измерительная разбросанность результатов…

Отсутствует однозначная научная версия о радоновых источниках и его поведении в окружающей среде…

Анализ измерительных данных о концентрации и распределении Rn в атмосфере ослабляет версию о земных источниках почвенного и атмосферного радона. Высокий атомный вес и период полураспада … накладывает строгие ограничения на режим вертикальной миграции Rn.

Диффузионная способность вертикальных перемещений Rn составляет всего 10% начального количества элемента, при этом 10% начального Rn в воздухе может подняться на 5 м, в почве на 2 см, в воде на 5 см…

Плотность Rn в 7.6 раза выше атмосферной смеси, что согласно законам гравитации, должно осаждать Rn ниже поверхности газ - твердое тело…

Если принять содержание Rn в 10 см от поверхности за 100%, тогда на распределении высот: 1м – 95%; 10м – 87%; 100 м – 69%; 1000 м – 38%; 7000 м – 7%. То есть согласно измерительным данным градиент высотной концентрации мало отличается от градиента кислорода и азота…

Равновесное количество Rn, поступающего на 1 см^2 имеет оценку n·10 Бк, а содержание его в столбе диаметром 1 м^2 и с высотой 7 км … составляет n·10^3 Бк. Следовательно,

[4] без учета прочей радиоактивности и интенсивности космических лучей

суммарное содержание Rn превышает поверхностную норму на два порядка. Земные источники поставляют всего 1% Rn и за счет диффузии Rn не мог подняться выше 5 м…

… Возможные источники: глубинный, почвенный, атмосферный, космический, техногенный…»

Таким образом, наличие радоновой аномалии на некотором участке территории, с одной стороны, позволяет высказывать предположение о его влиянии на увеличение грозовой активности, с другой стороны, возникает вопрос: «Откуда на высотах образования кучевых облаков он (радон) может взяться?».

Преимущественное увеличение числа гроз в период снижения потока ГКЛ и увеличения геомагнитной активности обнаруживают своеобразную выделенность гроз территории Республики Алтай. При этом увеличение грозовой активности (ГМС Горно-Алтайск, Онгудай, Турочак, Усть-Кокса) в период повышения геомагнитной активности еще может быть объяснено увеличением радиоактивности приземных слоев атмосферы. Механизм эффекта увеличения грозовой активности (ГМС Чемал и Шебалино) в период понижения потока ГКЛ пока не ясен и вскрывает «включение» пока неизвестных, по крайней мере авторам этой работы, дополнительных источников стимуляции формирования гроз.

Также отметим, что полученные нами результаты не согласуются с результатами, полученными для гроз Якутии, где была выявлена положительная связь грозовой активности с интенсивностью ГКЛ (Козлов, Муллояров, 2004). В препринте В.И. Ермакова и Ю.И. Стожкова (2004) также было показано, что концентрация ионов имеет линейную зависимость с вариацией потока ГКЛ и за счет этого вероятность образования грозовых облаков и гроз в период увеличения потока ГКЛ выше. Такому характеру влияния ГКЛ на грозовую активность отвечает только одна ГМС на территории Республики Алтай – ГМС Улаган. Грозы остальной части территории республики, кроме прочих равных условий, скорее всего, реагируют на «другие» источники дополнительной ионизации приземной атмосферы, сгенерированные активностью Солнца.

В этом отношении заметим, что общерадиационные обстановки в межпланетных полостях создаются вариациями интенсивности Солнечных и Галактических космических лучей, которые также воздействуют и на магнитосферу Земли. Кужевским с соавторами (1993) отмечено, что потоки частиц ГКЛ коррелируют как с параметрами межпланетной среды, так и с геомагнитными возмущениями и состояниями геокосмоса. На цельность и объединенность сквозных гелиосферных процессов указывает также тот факт, что в предвспышечный период идут синхронизированные процессы на Солнце, в межпланетном поле, в Геокосмосе и на Земле. Примерами этих событий могут служить процессы, реализовавшиеся в 1973 году, когда отмечалось формирование корональных образований (с выбросом в межпланетное

пространство); развитие крупномасштабных магнито-структур, заполненных радиационными частицами; генерацией частиц в различных участках околоземного пространства; и, наконец, возмущение магнитного поля и магнитосферы Земли. События такого масштаба и содержания в большей мере ответственны за периодизацию и за интенсивность гроз на Земле, конкретно локализующихся в подходящих качествах геолого-геофизической среды.

Полученные результаты, освещенные в данном разделе, носят ориентировочный и промежуточный характер и требуют дальнейших исследований связи грозовой активности с солнечной активностью и космо-геофизическими факторами. Требуется подтверждение с помощью метода наложенных эпох факта увеличения числа гроз после возникновения геоэффективных вспышек на Солнце, а также дополнительная проверка увеличения или уменьшения активности гроз в дни магнитных бурь и суббурь.

3.9. Связь гроз с сейсмической активностью региона[5]

Многими исследователями отмечается наличие положительной корреляции между сейсмической и грозовой активностью (Сорокин, Ященко, 2000; Сурков, 2000; Воробьев, 1977).

Согласно картам общего сейсмического районирования территории Российской Федерации, сейсмичность территории Республики Алтай соответствует 8-9 баллам шкалы МСК-64 при среднем периоде соповторения сотрясений такой силы 500 лет и 9-10 баллов при периоде 5000 лет. Сейсмогенерирующими структурами на территории республики являются активизированные на современном этапе разломы разных направлений (в основном субширотного и субмеридионального). В рассматриваемом регионе выделено три сейсмоактивных зоны: Чуйская, Чарышская и Шапшальская.

В последние десятилетия отмечается сейсмическое "молчание" Шапшальской зоны. Чарышская зона, к которой было приурочено проявление Чуйского землетрясения в сентябре 2003 года (Дмитриев, 2004), определена полосой влияния Чарышско-Теректинского глубинного разлома на участках пересечения его с субширотными разломам. Нельзя не обратить внимания на сложность и неоднородность Чарышско-Теректинской зоны разломов, а также на ее большую протяженность. Интересен и механизм разгрузки тектонофизических напряжений в данной зоне. В юго-восточной части (Курайский и Северо-Чуйский хребты) напряженное состояние недр снимается за счет землетрясений, а в северо-западной части (Теректинский хребет) разрядка происходит за счет проявления низкоатмосферных свечений и тер-

[5] Содержание этого раздела приводится сжато по монографии авторов (Дмитриев и др., 2006)

рокосмических сияний, связанных с геоэффективными вспышками на Солнце (Сурков, 2000; Дмитриев, 1983, 1998).

Согласно обзору, выполненному в статье А.Ф. Еманова с соавторами (2004), целесообразно более подробно отметить определенную специфику сейсмической активности на исследуемой территории в последние два десятилетия. Начиная с 1985 года активизировались сейсмические процессы в Чуйской и Курайской впадинах, в Чаган-Узунском (Сокорском) приподнятом блоке, в Курайском, Северо- и Южно-Чуйском хребтах.

С целью изучения зависимости количества гроз от развития сейсмической активности был проведен корреляционный анализ суммарного годового количества гроз, регистрируемых сетью ГМС на территории Республики Алтай, и суммарной (за год) сейсмической энергии, вычисленной на основе инструментальных наблюдений по сети сейсмологических станций Алтайского сейсмологического полигона с 1983 по 2001 гг. (Еманов и др., 2004). В таблице 3.9 представлены ГМС, для которых были получены значимые коэффициенты ранговой корреляции (по Спирмену).

Таблица 3.9

Коэффициенты ранговой корреляции (по Спирмену) логарифма количества гроз и суммарной сейсмической энергии за период с 1983 по 2001 гг по (Дмитриев и др., 2006)

ГМС	Количество лет наблюдений	Коэффициент корреляции	Уровень значимости
Улаган	17	+0.43	0.08
Кызыл-Озек	19	-0.48	0.04
Усть-Кокса	19	-0.45	0.05

В рассматриваемый период (1983-2001 гг.) основные сейсмические события были сосредоточены в районе Курайского хребта (Еманов и др., 2004). В работе В.В. Суркова (2000) высказывается предположение о передаче сейсмической энергии в виде электромагнитных волн от эпицентров землетрясений вдоль разломов. Следовательно, эпицентры землетрясений 1983-2001 гг. за счет вариаций концентрации ионов в приземной атмосфере могли оказывать существенное влияние на состояние электрического поля на прилегающих к Курайскому разлому участках, что, возможно, обусловило наличие положительной связи между грозовой и сейсмической активностью на ГМС Улаган.

Полученные отрицательные коэффициенты корреляции для ГМС Кызыл-Озек и Усть-Кокса свидетельствуют о сложных механизмах реакции грозового режима на сейсмическую активизацию, которую пока не удается объяснить.

Отсутствие статистически значимой корреляции между числом гроз и суммарной сейсмической энергией для грозовых очагов Турочак, Шебалино, Онгудай и Чемал указывает на своеобразное "молчание" грозовых очагов в годы повышенной сейсмической активности.

Наряду с интегральной характеристикой взаимообусловленности проявления грозовой и сейсмической активности также важно проследить поведение гроз непосредственно за несколько дней до и после землетрясения. Это было выполнено с помощью метода наложенных эпох. Ключевой датой являлся день проявления землетрясения. Учитывались землетрясения Алтае-Саянской складчатой области, происходившие в грозовые сезоны в период с 1955 по 1991 гг. Для решения задачи был выбран 15-дневный интервал до и после землетрясения. Для пятнадцати дней до и после ключевой даты (день землетрясения) производился подсчет суммарного числа гроз, регистрируемых сетью ГМС по всей территории Горного Алтая. Всего было получено 332 последовательности, согласно которым были вычислены средние величины и стандартное отклонение числа гроз. Согласно непараметрическому критерию Манна-Уитни было выявлено статически значимое увеличение числа гроз в первые двое суток после землетрясения.

Таким образом, обнаруженный эффект увеличения грозовой активности в следующие двое суток после землетрясения подтверждает постсейсмическую релаксацию глубинной и атмосферной наэлектризованности. При этом об увеличении грозовой активности в последующие дни можно утверждать только для ГМС Улаган, расположенной непосредственно в зоне влияния очагов землетрясения.

3.10. Региональные особенности гроз

Следует отметить, что в общей динамике грозовых процессов, их интенсивности и разнообразии, преимуществом пользуются локальные внутримассовые грозы, а в меньшей степени, по частоте встречаемости, развиваются региональные фронтальные (Алехина, 1982; Алехина, Горбатенко, 2000). Именно с этими грозами (многоячеистыми) связаны события многочасового возникновения и длительности «грозовых реакторов» (рис. 3.10 приложение) в восьмикилометровых облачных толщах. Заметим, что в целом для Горного Алтая характерны одноячеистые грозы.

Согласно многочисленным сообщениям о горизонтальных размерах грозовых облаков (площадь по плоскости) установлены довольно широкие пределы их размеров – от 6 км^2 до 30 км^2 (для случаев многоячеистых гроз). Рассматривая случай модели плоского волновода

(Тарасов, 1988), имеется возможность приблизительно оценить энергоемкость «средней» грозы и «среднего грозового года» на территории Республики Алтай. Исходя из имеющегося архива данных о грозовых событиях с 1955 по 2007 гг. (16.5 тыс. гроз), вычислена средняя грозовая производительность[6] равная 345 гроз/год. Оценим среднюю энергоемкость средней грозы.

Пусть средний размер активного грозового облака имеет размер 18 км^2 (6+30)/2 и занимает функциональную площадь в S=1,8·10^{7}м^2. Расстояние между почвенным покровом и нижней кромкой грозового облака пусть составляет (примем более надежные регистрации для равнинных гроз) L=10^{3}м. Тогда, с учетом общей разности электрических потенциалов, рабочая напряженность электрополя U достигнет 10^7 Вольт. Учитывая характерные значения параметров предлагаемой модели, из формулы вычисления электроёмкости ($C = \varepsilon_0 \cdot \frac{S}{L}$) получим (при $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-11}$ Ф/м), что электроёмкость приблизительно составит 1,6 мкФ.

В случае грозовых процессов, развивающихся в геолого-геофизической среде исследуемой территории, следует иметь в виду наличие огромной разницы потенциалов на участках повышенной электропроводности горных пород (особенно в случаях «упоры – сминающиеся породы»). С учетом этого факта мы имеем процесс, при котором работает уравнение по оценке энергоемкости одного разряда ($W = 1.6 \cdot (10^7)^2 / 2 = 0.8 \cdot 10^{14}$ Дж). Если молниевых разрядов за одну грозу возникнет от 10 до 1000, то получим от $10^{15} \div 10^{17}$ Дж.

Далее легко перейти к приблизительной оценке средней годовой энергопроизводительности на территории Горного Алтая:

$$10^{15} \div 10^{17} \cdot 345\ (\text{среднегодовое число гроз по всем ГМС}) = 3{,}45 \cdot 10^{17} \div 10^{19}\ \text{Дж/год}.$$

Кратко рассмотрим информационную обстановку по сформулированной проблеме. Прежде всего, следует отметить недостаточное количество и неравномерное размещение метеостанций по такой сложно организованной (географически, топографически, структурно-геологически и геофизически) территории. Кроме того, имеющиеся метеостанции размещены в основном в долинах и межхребетных впадинах, что вызывает потери данных о грозах. По приблизительным оценкам эффективности наблюдательных возможностей существующей сети метеостанций, потери числа гроз могут в некоторых случаях достигать 30%, т.е. число незарегистрированных гроз может составить около 100 гроз. И если мы добавим количество неучтенных гроз, то среднегодовое число гроз возрастет до 409 гроз/год, что скажется и на повышении грозовой энергоёмкости за год до 4,09·10^{17} ÷10^{19} Дж/год. Полученная оцен-

[6] Сумма среднегодового числа дней с грозой по всем ГМС (табл. 3.1)

ка, скорее, является заниженной, если учитывать происходящую модификацию грозовых процессов в сторону все более экзотических видов молниевых разрядов и самой динамики гроз.

В этом отношении нельзя не отметить вмешательство людей (строительство ЛЭП, ГЭС, проволочных сетей в мараловодческих хозяйствах и прочее) в электростатику и электродинамику приземной атмосферы, особенно в местах с повышенной глубинной электропроводностью, например место, называемое «Молниебойный хребтик» в селе Верхний Уймон (Усть-Коксинский район). Естественно, что такая доплнительная электризация приземной атмосферы, способствующая возникновению «несанкционированных» грозовых разрядов, далеко не безобидна для электросетей территории (Дмитриев и др., 2006), да и в целом для населения. Неоднократно отмечалась гибель маралов во многих хозяйствах от ударов молний. В частности, грозоразрядные процессы в селе Талда (Усть-Коксинский район) приводили к гибели маралов от 10 до 30 голов «за один раз». В хозяйстве в селе Мульта (Усть-Коксинский район) при проезде через ворота сеточных мараловодческих заграждений во время грозы были убиты лошадь и мараловод (ширина ворот 6.8 м, искровой разряд превысил 800 тыс. Вольт).

Для исследуемого региона все чаще отмечаются наблюдения и регистрации необычных проявлений молниевых разрядов и динамики прохождения гроз. Следует отметить такое разнообразие событий как ленточные молнии, разряды со «сдвоенными каналами», «полосовые» и «объемные» разряды, шаровые молнии разнообразной окраски и размеров от нескольких сантиметров до 10 метров в диаметре (Дмитриев, 1998).

Уже упомянутый нами выше Молниебойный хребтик вблизи села Верхний Уймон привлек наше внимание одной из гроз еще в 1977 году, когда теодолитным наблюдением и замерами была выявлена шаровая молния диаметром около 8-ми метров. Это наблюдение в дальнейшем позволило обнаружить микрогеофизический объект (площадью около 200 $м^2$), характеризующийся ураганными вариациями магнитных и электрических полей (Дмитриев, 1998). Здесь же выявлено длительное существование «воздушного магнитного диполя» располагающегося в 0.5 м над землей (Лаврентьев и др., 2004). Следует подчеркнуть, что изучение условного сопротивления горных пород на глубине 19-21 км в 1990-1991 гг. обнаружило резкое снижение в 7-8 раз условного сопротивления под Молниебойным хребтиком. Причем оба раза магнитотеллурическое зондирование завершилось возникновением местной одноячеистой энергоёмкой грозы, разрядная активность которой оба раза пережигала все электронные средства регистрации глубинных теллурических токов (Дмитриев и др.., 2005; Дмитриев и др., 1992).

Тесно сопряженной с грозовыми процессами на исследуемой территории является также и проблема атмосферных свечений (Дмитриев, Скавинский, 1988). Как показали долговременные исследования (Дмитриев, 1998), разнообразие, интенсивность и пространственное размещение этих свечений контролируется двумя основными факторами: сложностью и энергоемкостью геолого-геофизических процессов и периодичностью Солнечной активности. Характерно, что разнообразие свечений включает в себя:

- как привычные (не значит объяснённые) проявления светящихся образований, таких как дуги, ленточные полосы, столбообразные формы, пятна (с резкими и расплывчатыми границами и пр.),
- так и свечения с экзотическими формами типа: пульсирующие шарообразные образования (более 2-х км в диаметре в районе месторождения Калгуты), свечения переменной интенсивности и формы, строгие геометрические фигуры, необычно окрашенные облака и др.

Следует также отметить высокую гелиочувствительность Терактинского хребта (по разломной структуре Бащелак-Терактинского сбросо-сдвига), которая была выявлена и изучена в начале октября 1981 года. После одной из геоэффективных вспышек на Солнце, возникшая геомагнитная буря вызвала интенсивное среднеширотное сияние в Северном полушарии, максимизация которого произошла над хребтовыми зонами Горного Алтая (Дмитриев, 1988). Причем интенсивность свечения над Терактинским хребтом в виде коричневых полос и разводов наблюдалась даже ярким солнечным днем, а нижняя кромка свечений (полосы, вуали) снижалась к земной поверхности (флюксометрические замеры) до 3.6–4.2 км, что является редкостью даже для приполярных сияний Арктики и Антарктики.

Целесообразно также отметить еще один экзотический эпизод грозопроявления в треугольнике село Платово – гора Бобырган – село Майма (в 1998 году). Исключительность процесса состояла в пространственно-временном расщеплении грозы. Согласно описаниям местного населения (в основном жителей села Платово), при ясном небе с редкими перистыми облаками на закате Солнца (8–10° над горизонтом) послышались мощные грозовые раскаты. Причем акустические сигналы достигали такой силы, что, по рассказам пастуха, «лошадь на колена падала, вон на том взгорке, а овцы сбились в кучу». В сгустившейся темноте (где-то 14° Солнце за горизонтом) в пространстве между горой Бобырган и населенным пунктом Платово разыгралась «бесшумная гроза». Вспышки шли непрерывно, молнии какие-то необычные: ленты, полосы, сгущения света, веретёна и др. Также наблюдалось наличие вихрей и сильных порывов ветра (разбросало пустые 200-литровые бензиновые бочки) и «дождь то как из ведра, то чуть моросит». Отмечались ярко «светящиеся участки воздуха

почти у самой земли». Один из жителей пытался все же подойти поближе, но его «каким-то вихрем сбило с ног и покатило не хуже бочек».

Характерно, что грозовая и дождевая динамика подобного рода начинает проявляться и в горах Западной Европы, Японии, Бразилии. Правда сообщений о таком длительном расщеплении во времени звуковых и молниевых разрядов мы не встречали, но все чаще с ураганно ливневыми дождями связывают термин «смерчевые грозы», поскольку они сопровождаются на участках локализации полей краевых зон с высокоградиентными электрическими и магнитными полями, о чем упоминалось выше (раздел 2.2).

Приведенные случаи далеко не исчерпывают действительное разнообразие грозовых процессов на исследуемой территории. Все чаще отмечается развитие «грозовых реакторов» (рис. 3.10 приложение), экспозиция которых достигает в редких случаях до 35-40 сек. Есть серьезные признаки на развитие сверхскоростных разрядов, а количество молниевых разрядов в районе села Шебалино и горы Бобырган (расположенной на границе Майминского района республики Алтай и Алтайского края) ушло далеко за 100 разрядов в минуту. Еще раз отметим нарастающую энергоемкость гроз; в частности, учащаются наблюдения смерчевых ливневых гроз (Онгудайский район, верховье реки Кара-Кол).

При этом следует подчеркнуть нарастание антропогенного вмешательства в естественный режим грозовой активности. С расширением энергоёмкости и учащением пусков (по широтным тангажным плоскостям) с космодрома Байконур динамика грозопроцессов начала модифицироваться. Дополнительная инжекция вещества и энергии в ракетном канале пролета в разрезе «приземная атмосфера ↔ D-слой ионосферы» приводит к резкому нарушению природного состояния пространства, в котором генерируются грозы (Дмитриев, Шитов, 2003). При этом образуются дополнительные грозы, необычные разряды, ливни и «пластинчатый» град, например, в 2001 году в районе поселка Иша Алтайского края (около 15 км от г. Горно-Алтайска) (Дмитриев и др., 2006).

В качестве уникального техногенного фактора воздействия на режим грозоактивности республики необходимо учитывать близость Семипалатинского Испытательного Ядерного Полигона (СИЯП). Особое воздействие (менее всего замечаемое специалистами) геолого-геофизическая среда территории Республики Алтай испытала от подземных взрывов на СИЯП. Упругие волны от ядерных взрывов влияли на глубинную энергоемкость горных пород, их структурных и геотектонических состояний. Горные сооружения Алтая воспринимали сейсмические ударные волны в режиме «широкополосных сейсмоприемников». При этом в сейсмонагруженных районах взрывные инжекции упругих волн неизбежно вызывают энергетические неравновесия, влияющие на характер вертикальных вещество- и энергоперетоков.

Так, 1-го сентября 1989 г. (в истоке левого притока р. Красноярка, Усть-Коксинский район) в день подрыва ядерного заряда на СИЯП в хребтовом цирке гольцового участка в первой половине дня внезапно произошла необычная гроза. Только над самим цирком сформировалась и прошла мощная смерчевая буря с необычными грозовыми разрядами, резким понижением температуры (с +15°С до +2°С)[7]. При этом осадки «высыпались» в виде снега, града и крупных капель дождя. Все это сопровождалось резким подскоком радиоактивности. Отдельные замеры (с интервалом через 10 сек) достигали 780 γ, т.е. фон был превышен более, чем в 30 раз. Характерно, что в лагере фон был превышен в 2-3 раза. Лагерь был расположен вниз по ручью в 1,2 км. Магнетометры (ММП-203) не давали отсчетов («нулили») ни в цирке, ни на лагере. Имевшийся атмосферный электрометр, несанкционированно включенный, перегорел. Всё событие длилось порядка 150 минут. Характерно, что описываемое событие по времени совпало с взрывом ядерного заряда на СИЯП.

Таким образом, для территории Республики Алтай, помимо обычных (фоновых) средств воздействия на геолого-геофизическую обстановку (поселения, взрывные работы, разнообразное строительство и др.), большое значение имеют:

– ракетное воздействие на верхнее полупространство над данной территорией, которое физически и физико-химически выводит из природного равновесия процессы от приземной атмосферы до D-слоя ионосферы (Дмитриев, Шитов, 2003);

– влияние на геолого-геофизическую среду ядерных испытаний, проводимых на СИЯП;

– ветвящиеся и нарастающие по длине и интенсивности линии высоковольтных электропередач, которые на пересечениях активных разломов избыточно электризуют приземную атмосферу и «регулируют» образование грозовых ячеек (например, южный склон Чикет-Аманского перевала, где, в том числе, регистрировались и ураганные снижения напряженности в сети до 40% потерь на линии электропередач);

– резкое возрастание протяженности металлических заграждений из проволочной сетки в мараловодческих хозяйствах создаёт своеобразные электроконденсаторы, напряженность которых дорастает до непрерывного искрения на стыковых участках такого ограждения[8].

Естественно, что «грозовой климат» исследуемой территории во многом контролируется качеством геолого-геофизической среды, поэтому проблемы грозобезопасности, с учетом новой специфики грозоактивности Земли, становятся весьма актуальными. Отсюда же воз-

[7] Этот эпизод наблюдения и регистрации геофизических полей происходил во время плановых работ полевого периода в 1989 году с 15 июля по 28 сентября по теме «Необычные явления в атмосфере и ближнем Космосе» при Институте геологии и геофизики СО АН СССР.

[8] Талдинское мараловодческое хозяйство еще в 1980-х годах из-за грозовых забоев маралов вынуждено было по нашей рекомендации разомкнуть непрерывность сетевой проволочной цепи вставками из деревянных загородок.

никает и рост наукоёмкости решения задач по данной проблеме. К великому сожалению, административное реагирование на необходимость решения задач по данной проблеме (включая и МЧС республики), по сути, нулевое.

Заметим также, что очевидная уязвимость электросферы Земли остается не только не замеченной, но и игнорируемой проблемой. В учебниках по климатологии и землеведению подчеркивается влияние подстилающей поверхности на проявление гроз. При этом подчеркивается, что большие площади пашен, водохранилищ, вырубки лесов и тому подобное меняют поведение гроз, и ни слова не сказано о техногенном вмешательстве в электросферу Земли (ЛЭП, ракетные пуски и т.д.).

Новые предположения о физике «нового поколения» грозовых процессов и практические замечания в адрес «стандартной модели грозы» уже высказаны в монографиях (Дмитриев и др., 2005; Дмитриев и др. 2006). Некоторые новые факты и связанные с ними следствия изложены в Главе 5 данной работы. Важно еще раз подчеркнуть, что грозовые процессы всегда были звеньями в солнечно-земных взаимосвязях, тем более сейчас, когда сложные планетофизические процессы охватили все планеты Солнечной системы и само межпланетное пространство (Веселовский, 2010а, 2010 б; Баренбаум, 2010; Кузнецов, 2008).

Суммирующие замечания к главе. В данной главе изложены результаты исследований, проведенных для территории Республики Алтай, которые с доступной нам полнотой характеризуют естественный режим грозовой активности и выявленный перечень причин, ответственных за возникновение обычных и необычных гроз. Кратко обозначен и техногенный ряд энергоемких процессов, модифицирующих природный режим грозовой активности (ядерные взрывы, ракетные пуски, линии высоковольтных электропередач).

Осуществлено районирование территории Республики Алтай по степени интенсивности грозовой активности: низкая, средняя и высокая. Выявлено, что уменьшение грозовой активности идет с северо-запада на юго-восток. Таким образом, юго-восток республики характеризуется низкой грозовой активностью. Для остальной части территории республики отмечается средний уровень грозовой активности. При этом выделяются участки с повышенной интенсивностью гроз – грозовые очаги (Шебалино, Турочак, Онгудай, Чемал). Для ГМС с различной степенью интенсивности гроз выявлено и различие грозового режима в течение суток.

В целом для территории Республики Алтай не удается проследить однозначного влияния на формирование гроз только географических факторов и особенностей атмосферной циркуляции над поверхностью. Поэтому был осуществлен поиск дополнительных причин,

лежащих в основе грозовых процессов. Прежде всего, была решена задача о выявлении связи гроз с активностью Солнца.

Для гроз на ГМС Кызыл-Озек и Кара-Тюрек характерна положительная корреляция с потоком радиоизлучения Солнца и числами Вольфа и отрицательная корреляция с интенсивностью ГКЛ. Интенсивность гроз на ГМС Кызыл-Озек в отдельные годы близка к интенсивности грозовых очагов. На территории этой станции располагается радоновая аномалия, которая может вносить дополнительный вклад в формирование гроз.

Были выделены ГМС, чувствительные к геомагнитным возмущениям (Горно-Алтайск, Усть-Кокса и грозовые очаги Онгудай и Турочак), при этом грозовая активность на них имеет положительную корреляцию с геомагнитной активностью.

Активность гроз на станциях Чемал и Шебалино (грозовые очаги) имеют отрицательную корреляцию с интенсивностью ГКЛ. Грозы только одной станции Улаган имеют положительную связь с потоком ГКЛ. Активность гроз на этой ГМС имеет самый высокий коэффициент вариации, то есть в отдельные годы может быть близкой к интенсивности гроз на ГМС с низкой грозовой активностью, а в другие годы совпадает с режимом грозовых очагов.

Таким образом, реакция гроз районов Республики Алтай на солнечную активность имеет сложный характер, что подчеркивает своеобразную схему региональной специфики солнечно-земных взаимосвязей, которая увязана, как с режимом геодинамических процессов территории, так и с общей периодизацией солнечной активности.

Пестрота литосферной глубинной энергонасыщенности и существование зон вертикального энергоперетока постоянно варьируют атмосферную электронасыщенность и создают местные условия для возникновения грозовых очагов. Наличие на исследуемой территории высокоградиентных магнитных аномалий, больших аномалий глубинной электропроводности и даже самоиндукция на проволочных заграждениях мараловодческих хозяйств (особенно в Усть-Коксинском и Усть-Канском районах) в период сильных геомагнитных бурь способствуют значительным колебаниям электрической напряженности приземной атмосферы. Именно эти значительные физические вариации электрических и магнитных полей приземной атмосферы исследуемой территории разнообразят грозовые процессы во времени и в пространстве. Вследствие общего возрастания планетофизических перемен на Земле это разнообразие со временем значительно активизируется.

ГЛАВА 4. ГРОЗОВАЯ ПОЖАРООПАСНОСТЬ ЛЕСОВ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

4.1. Общая характеристика пожарной опасности лесов

По регистрационным данным Алтайской авиалесоохраны, в период с 2001 по 2007 годы из-за неосторожного обращения с огнем произошло 573 лесных пожара, а от действия гроз возникло 173 пожара растительности. До 2000 года включительно регистрация горимости лесов в исследуемом регионе была не полной. В 2004 году лесных пожаров практически не было из-за сложившихся метеоусловий (затяжные проливные дожди в течение всего пожароопасного периода).

В целом для территории Республики Алтай в течение пожароопасного сезона выделяются два максимальных периода, различающиеся по причинам возникновения горения растительности: весенне-осенний и летний. Для весенне-осеннего периода характерно массовое возникновение пожаров по вине местного населения. Большая часть пожаров от гроз происходит в июне и августе, тем самым определяя летний период грозовой пожароопасности.

Для пожароопасных сезонов за рассматриваемый период отмечается значительное варьирование числа антропогенных и грозовых пожаров растительности (рис. 4.1). Число антропогенных пожаров за 2002-2003 практически в 5-6 раз превышает таковое в 2005-2006 гг. Это можно объяснить различными погодными условиями. В среднем за пожароопасный сезон от действия гроз возникает 10-20 лесных пожаров. Однако в 2001 году было обнаружено 89 пожаров от гроз (рис. 4.1).

Средняя площадь антропогенных и грозовых пожаров при обнаружении, как и число пожаров, существенно варьирует от года к году (рис. 4.2). Увеличение средней площади пожаров при обнаружении может говорить:

a) о несвоевременности выявления очагов горения по причине их локализации в труднодоступных горных местах, в том числе и для антропогенных пожаров, которые возникают на удаленных от населенных пунктов стоянках и пастбищах;
b) о сложившихся «благоприятных» метеоусловиях (сухая, ветреная погода), способствующих быстрому распространению огня;

с) а также о «стартовой» энергоемкости первичного возгорания, когда возникает «сразу большой» пожар.

Возникновение пожаров растительности, как по причине неосторожного обращения с огнем, так и по причине действия молниевых разрядов, специализируется по отдельным районам республики.

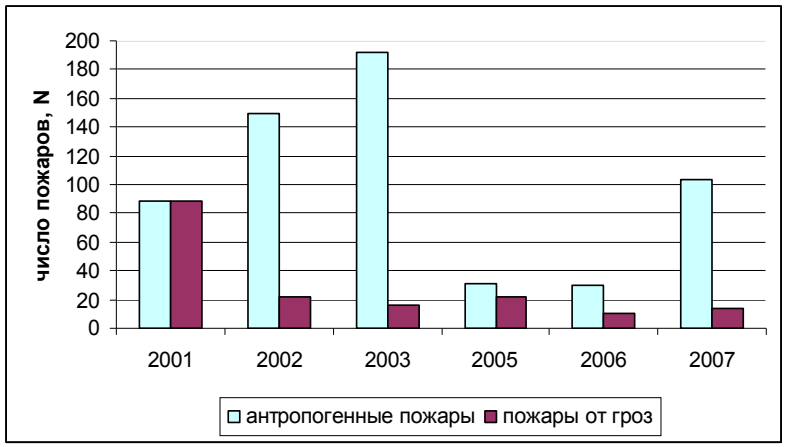


Рис. 4.1. Распределение количества лесных пожаров по причине возникновения

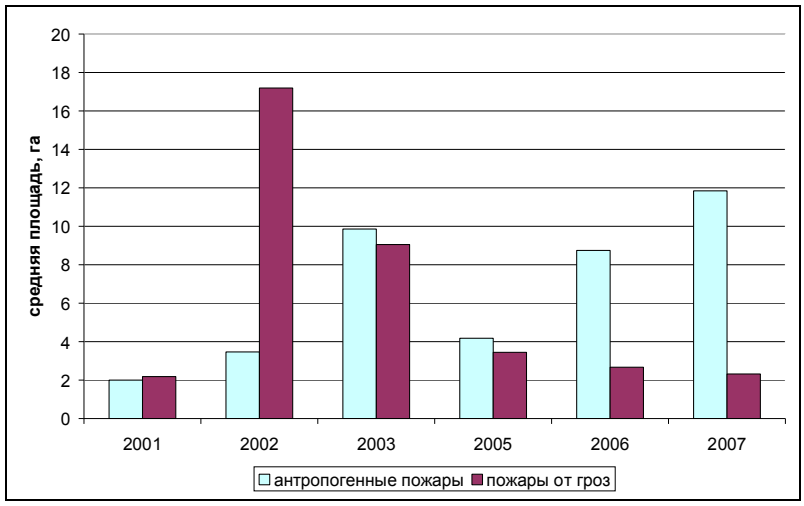


Рис. 4.2. Средняя площадь лесных пожаров

Повышенная и средняя горимость растительности[9], возникающая по вине человека, характерна для самых густонаселенных районов республики: Майминского, Чемальского и Шебалинского. Подавляющее число антропогенных пожаров приурочено к населенным пунктам: 50% антропогенных пожаров возникают в радиусе 8 км от населенных пунктов, 75% – на расстоянии, не превышающем 20 км. При этом для большинства пожаров

[9] Классификация фактической горимости по частоте пожаров принята согласно работе (Сафронов и др., 2005). При этом классы фактической горимости определяются числом пожаров на 100 тыс. га за сезон: низкая горимость – менее 0.5, пониженная – 0.6-2.0, средняя – 2.1-7.0, повышенная – 7.1-20.0, высокая – 20.1-60, чрезвычайная – более 60 пожаров.

расстояние от дорог не превышает 1 км. Пик горимости растительности по вине местного населения приходится на весну. За рассматриваемый период в апреле-мае произошло более 70% от общего числа антропогенных пожаров. Это связано с быстрым высыханием и достижением пожарной зрелости прошлогодней травы и ветоши – основных проводников горения.

Согласно классификации фактической горимости растительности (Сафронов и др., 2005) территория республики характеризуется низкой фактической горимостью по причине действия молниевых разрядов. Только в Онгудайском районе отмечается пониженная горимость лесов. Здесь в среднем за пожароопасный сезон может возникать от 0.6 до 2 грозовых пожаров на 100 тыс. га. В остальных административных районах республики число пожаров от гроз не превышает 0.5 на 100 тыс. га. С целью выявления мест локализации грозовых пожаров была построена карта плотности их распределения (рис. 4.3 приложение).

Пожары от гроз преимущественно возникают на труднодоступных, имеющих геолого-геофизическую специфику горных участках исследуемой территории:

- южные отроги Теректинского хребта,
- северо-западные отроги Северо-Чуйского хребта,
- Коргонский хребет,
- водораздельный участок рек Урсул и Катунь,
- восточная оконечность хребта Иолго,
- Чулышманское нагорье,
- хребет Корбу
- Сумультинский хребет.

Именно на восточных отрогах Сумультинского хребта чаще всего и возникают грозовые лесные пожары (рис. 4.3 приложение). В 90% случаев очаги горения растительности по причине действия молниевых разрядов приурочены к склонам южной экспозиции с крутизной от 10 до 20^0 и локализуются на высоте от 1500 до 2500 м. Грозовые пожары преимущественно возникают в кедровых и лиственничных лесах.

В.А. Иванов с коллегами (2004) установил, что наибольший риск возгорания от удара молниевого разряда имеет растительность, которая произрастает на песчаных и супесчаных почвах и на скальных грунтах. Это определяется возникновением искр при прохождении электрического тока от удара молниевого разряда в такие грунты. Такие типы почв характерны также и для мест локализации грозовых пожаров на территории Республики Алтай (рис. 4.3 приложение).

Заметим, что грозовые лесные пожары на территории республики возникают на отдельных участках грозовых очагов (Турочакский район и Онгудайский район), а также на участках территории со средним уровнем грозовой активности (Улаганский район).

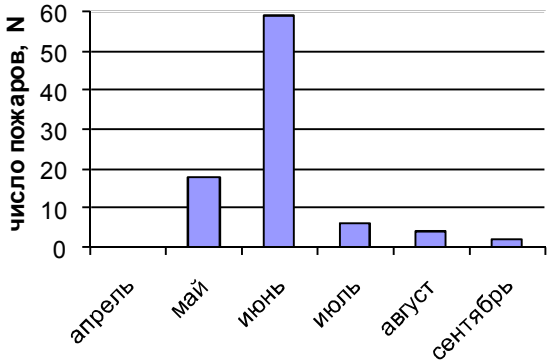
4.2. Особенности возникновения грозовых пожаров

Судя по числу грозовых пожаров, приходящихся на единицу площади (менее 2 пожаров на 100 тыс. га), и их абсолютному числу в год (рис. 4.1), складывается впечатление, что проблемы грозовой пожароопасности на территории Республики Алтай нет. Грозовые пожары приурочены к определенным ландшафтам, и в целом механизм процесса их возникновения и развития повторяет «картину», описанную, например, для Красноярского Приангарья (Иванов и др., 2004).

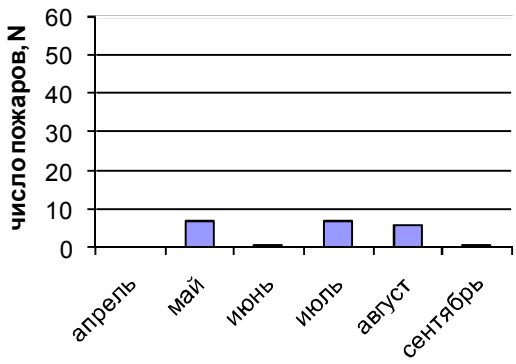
Обращает на себя внимание факт резкого увеличения (практически в 4 раза) числа грозовых пожаров в 2001 году (рис. 4.1). Кроме того, явно различный характер распределения числа грозовых пожаров по месяцам пожароопасных сезонов (рис. 4.4) не позволяет говорить о четкой сезонной тенденции в развитии грозовой пожароопасности. С целью выявления специфики развития грозопожароопасных обстановок рассмотрим более подробно распределение числа грозовых пожаров «во времени и пространстве» отдельно за каждый год периода 2001-2007 гг.

В 2001 году пик грозовой пожароопасности приходился на май-июнь. В этот период возникает более 80% пожаров от гроз (77 пожаров из 89). При этом в отдельные дни обнаруживалось до 10 очагов горения растительности на участках удаленных друг от друга более чем на 200 км. Вспышки пожаров были зафиксированы 28 мая – 10 пожаров, 19 июня – 9 пожаров, 26 и 27 июня – по 10 грозовых пожаров. Пожары от действия молний возникали практически в каждом административном районе (рис. 4.5 приложение).

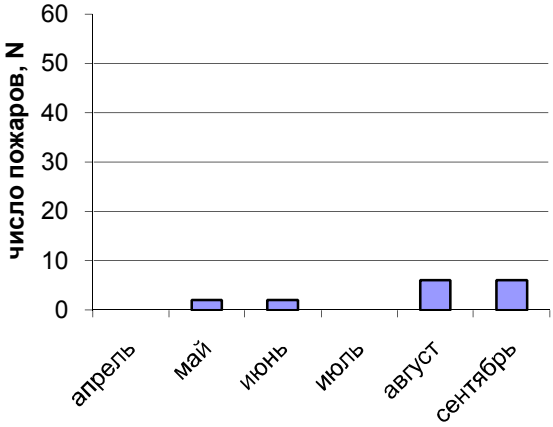
В период с 17 по 29 июня по сети ГМС на территории республики отмечалась повышенная для этого периода грозовая активность. Заметим, что 2001 год был годом второго максимума 23-го Солнечного цикла и за лето этого года именно на июнь пришлась максимальная активность Солнца (по числам Вольфа и потоку радиоизлучения) (Кречетова, Кочеева, 2006).



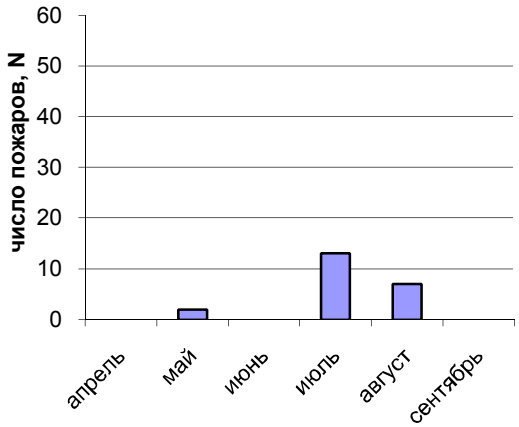
а) 2001 год



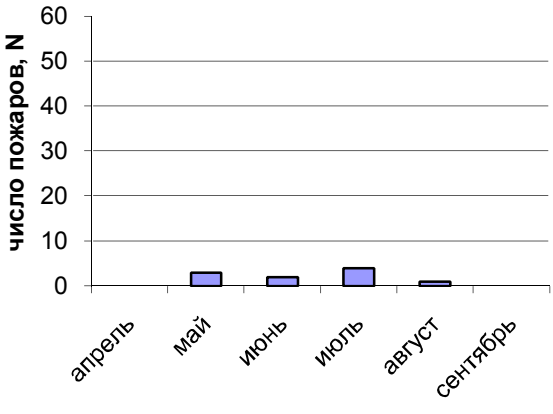
б) 2002 год



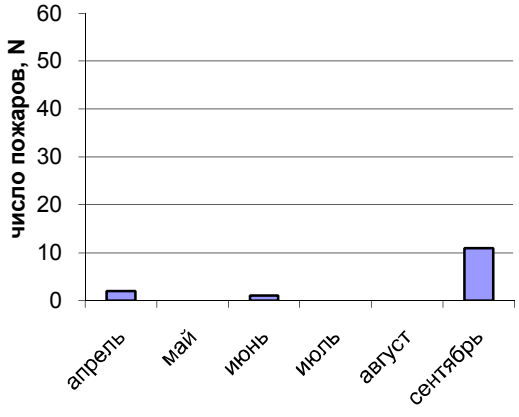
в) 2003 год



г) 2005 год



д) 2006 год



е) 2007 год

Рис. 4.4. Распределение числа лесных пожаров от гроз по месяцам

В 2002 году было зарегистрировано всего 22 грозовых пожара, из них:

- 8 пожаров обнаружены в течение третьей декады мая – первой декады июня;
- 9 пожаров были обнаружены в третьей декаде июля – первой декаде августа,
- 4 пожара – в третьей декаде августа,
- 1 пожар возник 24 сентября.

Все грозовые пожары этого года возникали на территориях, для которых характерна повышенная их плотность (рис. 4.3 приложение). Отметим, что участки повышенной плотности определялись на основе всех данных о грозовых пожарах за исследуемый период и представляют усредненную характеристику территории. Неожиданным для 2002 года было возникновение одного пожара 7 мая в 8 км от Горно-Алтайска. Участок, где он возник, попадает в область видимости ГМС Кызыл-Озек. Наблюдатели этой станции должны были зафиксировать грозу накануне возникновения пожара. Однако по данным ГМС первый грозовой день был 24 мая[10]. В течение рассматриваемых нами пожароопасных сезонов 2001-2007 гг этот случай возникновения горения растительности от действия грозы в районе Кызыл-Озека является единственным.

Похожая ситуация имела место в Онгудайском районе. Пожар, зарегистрированный 24 сентября, возник в 5 км от села Онгудай. Однако грозы в данный день и несколькими днями раньше на ГМС Онгудай не регистрировались.

Причина возникновения этих пожаров (в мае – Кызыл-Озек и в сентябре - Онгудай) работниками пожароохранных служб леса было определена именно как действие грозы, согласно обследования территорий пожаров.

В 2003 году пожароопасная обстановка по причине действия грозовой активности развивалась с определенной спецификой. Так 12 из 16 пожаров 2003 года возникли в период с 19 августа по 20 сентября. В это время на ближайших к очагу грозового пожара метеостанциях в течение 10 дней до его возникновения регистрировалось только по одной грозе (Кречетова, Кочеева, 2006). Пожары возникали вдали от населенных пунктов. При этом ореол их распространения совпадает с положением Чарышско-Теректинского разлома (рис. 4.6 приложение), к которому и были пространственно приурочены северные площади Чуйского землетрясения 27 сентября (Платонова, 2004; Алтайское …, 2004; Дмитриев, 2004). Важно отметить приведенный в статье Платоновой (2004) факт наблюдения так называемого регионального сейсмического затишья вплоть до главного толчка 27 сентября. По нашим представлениям, факт регионального сейсмического затишья перед крупным землетрясением

[10] Не исключено, что и в службе метеорологических наблюдений и в службе авиационной охраны лесов могут быть ошибки регистрации, то есть может срабатывать человеческий фактор.

27 сентября сыграл большую роль в формировании условий для возникновения грозовых пожаров.

В 2004 году пожаров от гроз не было.

В 2005 году 19 из 22 грозовых пожаров обнаружены в период с 3 июля по 6 августа, 2 пожара в конце мая и 1 пожар 24 августа. Особенностей пространственного расположения пожаров в этот год не отмечается.

2006 год в рассматриваемом периоде характеризуется низким числом пожаров от гроз. Сезон 2006 года можно условно разбить на три части: вторая половина мая – 3 пожара; середина июня начало июля – 4 пожара; конец июля начало августа – 3 пожара. При этом отмечается некоторая особенность пространственного размещения грозовых пожаров. Три пожара обнаружены в долине среднего Аргута. Три пожара возникли на восточных отрогах хребта Алтынту. По одному пожару возникло в радиусе 15 км от населенных пунктов Улаган, Шебалино и Чемал.

На ГМС начало грозовой активности наблюдалось с 18 мая, а первые пожары от гроз были обнаружены 12 мая. Для всех остальных пожаров, в дни до их обнаружения, на ближайших ГМС регистрировалось прохождение гроз.

В 2007 году всего возникло 15 пожаров от гроз, из которых 2 пожара зарегистрированы в конце апреля, 1 – в июне, 11 пожаров – в сентябре, 1 пожар - 15 октября. При этом 10 пожаров возникают на Чулышманском нагорье, из них 9 в сентябре-октябре, 1 пожар в апреле. Таким образом, 2007 год характеризуется пространственным перемещением очагов грозовых пожаров в восточные районы Горного Алтая. Временному сдвигу пожаров на начало осени способствовало установление жаркой засушливой погоды.

Необходимо заметить, что на ГМС Турочак (территории наиболее интенсивной грозовой активности) день регистрации первой грозы совпадает с днем обнаружения первого грозового пожара 27 апреля. И для осенних пожаров на ГМС Турочак зарегистрировано прохождение гроз. При этом для более близкой к местам обнаружения пожаров ГМС Улаган в период сентября-октября 2007 года грозы не наблюдались.

Обобщая материал этого раздела, важно еще раз обозначить, что возникновение большей части грозовых пожаров зависит от погодных условий. Однако анализ пространственно-временных особенностей их распределения на территории Республики Алтай выявляет факторы, которые усложняют эту зависимость и определяют особенности проявления грозовых пожаров. В течение пожароопасного сезона отмечается значительная вариация горимости растительности по причине действия молниевых разрядов. Без учета числа грозовых

пожаров 2001 года, за период с 2002 по 2007 годы в процентных показателях получены следующие величины:

- в мае возникает до 17 % пожаров от гроз,
- в июне – 7%,
- в июле – 30%,
- в августе – 25%
- и сентябре около 20% грозовых пожаров.

Сезонное распределение числа грозовых пожаров для 2002, 2005 и 2006 годов в общем повторяет ход пожарного созревания растительных горючих материалов и сезонный ход грозовой активности.

Возникновение пожаров растительности по причине действия молниевых разрядов в весенний период можно объяснить тем, что для районов высокогорья и среднегорья сход снежного покрова может затянуться до середины мая. Поэтому ко времени начала грозовой активности сухая трава и ветошь является преобладающей в напочвенном растительном покрове, что и определяет ее высокую степень горимости. В летний период, особенно в июле, отмечается максимальная интенсивность гроз и снижение влагосодержания растительных горючих материалов. В августе грозовая активность идет на спад и при этом значительно увеличивается пожарная зрелость лесных горючих материалов. Наличие гроз в начале сентября не является «экзотическим» для исследуемой территории, поскольку в среднем для основных грозовых очагов (Турочак, Онгудай, Шебалино) в сентябре регистрируется от 2 до 5 дней с грозой.

Однако прямой корреляционной зависимости между числом пожаров и числом гроз в период пожароопасных сезонов 2001-2007 годов для территорий обслуживания ГМС обнаружить не удалось (табл. 4.1). Только для ГМС Турочак наблюдается статистически значимая (p=0.05) слабая корреляционная зависимость (согласно рангового коэффициента корреляции Спирмена) между числом грозовых пожаров и грозовой активностью.

Таблица 4.1

Ранговая корреляция (по Спирмену) между грозовой активностью и числом грозовых пожаров

ГМС	**Число пожаров – число дней с грозой в месяц**	**Число пожаров – суммарная продолжительность гроз в часах за месяц**
Улаган	-0.06 (p*=0.7)	-0.01 (p=0.9)
Онгудай	0.06 (p=0.7)	0.04 (p=0.8)
Турочак	0.3 (p=0.05)	0.3 (p=0.05)
Кош-Агач	0.2 (p=0.3)	0.1 (p=0.5)

** - p – уровень статистической значимости*

Для территории Республики Алтай выявлена особенность формирования грозовой пожароопасности в 2001 и в 2003 годах. По нашим представлениям, резкий рост числа пожаров от гроз в 2001 году сопряжен с активностью Солнца. В этом отношении уместно обратиться к утверждениям, приведенным в статье (Ермолаев и др., 2005, с. 760):

> *«Как следует из наблюдений за последние несколько лет, в текущем 23-м цикле Солнце приберегло главные сюрпризы на фазу его спада. Хотя максимум (по крайней мере по числу солнечных пятен) пришелся на 2000 год, на Солнце в 2001-2003 годах наблюдалась сильная активность. Например, явления октября-ноября 2003 года по ряду параметров относятся к экстремальным».*

Естественно предположить, что в 2003 году появление грозовых лесных пожаров было простимулировано разрядкой тектонофизических напряжений вдоль Чарышско-Теректинского разлома путем вертикальных ЭМИ-излучений в период сейсмического затишья, т.е. в период подготовительного этапа перед главным толчком Чуйского землетрясения. Таким образом, грозовые пожары могли выступать в роли своеобразных опережающих признаков («индикаторов») активизации энергоемких процессов в зонах глубинных разломов в период, предшествующий (примерно за 1-1,5 месяца) сейсмическим событиям (Кречетова, Кочеева, 2006). В этом отношении существенно привести утверждение из работы Дмитриева (2004, с. 88):

> *«… существует вероятность передачи электрического поля в ионосферу в случае, когда приповерхностная напряженность значительно выше фоновой (10^2-10^4 В/м). Естественно, что это условие легко выполнимо для активных геофизических зон и сейсмонагруженных участков. Нередкость, когда вариации электрополя в геоактивной литосфере и в возбужденной атмосфере могут достигать 10^6 В/м…»*

Нечто подобное происходило на подготовительном этапе Шикатанского землетрясения, о чем сообщается в работе В.А. Моргунова (1998). Следует иметь в виду, что феномен сейсмического затишья перед сбросом глубинной упругой энергии сопровождается возникновением различных видов свечений в приземной атмосфере (Литинский, 1988; Авакян, 1999; Дмитриев, 1998; Моргунов, 1998; Дмитриев и др., 2005). И вполне возможно, что эти светящиеся образования при определенных локальных условиях могут послужить причиной возгорания, особенно в случае проявления разных видов шаровых молний, генерируемых в ясные безгрозовые дни (Авакян, 1999; Дмитриев, 1998; Литинский, 1988; Сурков, 2000). Возможность реализации данного сценария имеет далеко не нулевую вероятность. Повышенная электризация приземной атмосферы на территории локализации грозовых пожаров в 2003 году не уникальна, поскольку этот район характеризуется высоким подъемом кровли астеносферы (≥20 км) и участками с глубинной энергоемкой электрогенерацией (Дмитриев, Буслов, 1989; Дмитриев, Белоусов, 1997).

В следующих разделах главы обобщаются результаты исследования закономерности локализации грозовых пожаров в зависимости от качества геолого-геофизической среды (геомагнитных аномалий и геологических разломов), а также их (грозовых пожаров) проявления в зависимости от активности Солнца.

Полученные результаты весьма существенны, поскольку именно они выявляют скрытые причины возникновения пожаров и расширяют пространство причинных факторов, мониторинг которых может влиять на снижение экологических рисков.

4.3. Влияние космофизических факторов

В качестве количественных оценок меры солнечной активности были использованы солнечные индексы: поток радиоизлучения на длине волны 10.7 см и количество солнечных пятен (числа Вольфа). Мерой изменчивости геомагнитного поля служили общепланетарный геомагнитный индекс Кр и D_{st}-вариация. Использование этих индексов позволяет проследить влияние как активности всего солнечного полушария (поток радиоизлучения, число солнечных пятен), обращенного к Земле, так и вариации состояния солнечного ветра (Кр, D_{st}) (Дубов, 1982). В качестве дополнительной характеристики солнечно-земных связей рассматривалась интенсивность потока галактических космических лучей (ГКЛ). Именно с вариацией потока ГКЛ связывают изменение погодных условий, в частности, облачности и грозовой активности (Козлов, Муллаяров, 2004; Стожков, Ермаков, 2004).

С физической точки зрения характер зависимости грозовой пожароопасности от солнечной активности целесообразно изучать, сопоставляя среднемесячные значения индексов солнечной активности с числом пожаров от гроз за месяц пожароопасного сезона (Владимирский, Темурьянц, 2000; Дубов, 1982). Такая постановка задачи продиктована более объективным изучением магнитовариационных (пятнообразовательных) процессов на Солнце за полный период его оборота (27 земных суток).

Нами рассматривались ранговые корреляционные связи (по Спирмену) между величинами индексов солнечной активности (поток радиоизлучения, число солнечных пятен), интенсивностью комических лучей и общим числом пожаров от гроз за каждый месяц пожароопасных сезонов 2001-2007 годов. Пожары от гроз имеют среднюю положительную (R=0.4) статистически значимую связь с числом солнечных пятен и потоком радиоизлучения. Также были вычислены ранговые коэффициенты корреляции солнечной активности и интенсивности космических лучей с грозовыми пожарами Улаганского,

Онгудайского, Турочакского и Кош-Агачского районов. Статистически значимый коэффициент корреляции числа грозовых пожаров с числом солнечных пятен и с потоком радиоизлучения получен только для Онгудайского района (R=0.6).

Подтверждение выявленного эффекта увеличения числа грозовых пожаров в периоды увеличения активности Солнца проводилось с помощью метода наложения эпох. Исследование проводилось в соответствии с методикой, изложенной в монографии В.И. Козлова и В.А. Муллаярова (2004).

Нами был выбран несимметричный 16-дневный интервал, где за ключевые (нулевые) дни брались моменты начала Форбуш-понижения ГКЛ. При этом рассматривалось 5 дней до возникновения ключевого события и 10 после. Интервал в 10 дней после ключевого события продиктован тем фактом, что пожары от гроз могут возникать в течение 10 дней после прохождения гроз (Иванов и др., 2004). Оценка статистической значимости различий в числе грозовых пожаров между днями рассматриваемого интервала проводилась с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни для независимых выборок.

Были использованы данные ИЗМИРАН по датам начала Форбуш-понижений (*http://helios.izmiran.troitsk.ru/cosray/main.htm*). Из рассмотрения исключались Форбуш-понижения, возникающие ранее 16 дней от предыдущего события. Последнее преследует цель исключения наложения возможных эффектов. При этом принимались во внимание Форбуш-понижения ГКЛ с величиной не менее 4%. Всего за рассматриваемый период пожароопасных сезонов возникло 13 событий Форбуш-понижений.

Для исключения влияния резких вариаций числа грозовых пожаров от эпохи к эпохе проведена нормировка их значений в каждом событии на максимум в каждой эпохе. Это позволяет соблюсти однородность выборки, которая может быть нарушена отдельными выбросами, происходящими по причинам, отличным от рассматриваемого эффекта (Козлов, Муллаяров, 2004).

Результирующее распределение среднего числа грозовых пожаров относительно моментов начала Форбуш-понижений представлено на рисунке 4.7. Вертикальными линиями на рисунке показаны границы 95% доверительного интервала для средних значений.

Начиная с 3-го дня до Форбуш-эффекта, происходит увеличение числа грозовых пожаров, которое продолжается до 7-го дня после него. На 10 день после Форбуш-понижения ГКЛ также наблюдается увеличение числа грозовых пожаров. Детальный анализ исходных данных показал, что последнее повышение числа грозовых пожаров на 10-й день после Форбуш-понижения определяется обнаружением 26 июня 2001 одиннадцати пожаров, причины которых могут быть и не связаны с Форбуш-понижением ГКЛ. Выявленное

повышение числа грозовых пожаров является статистически незначимым относительно других дней рассматриваемого временного интервала.

Для сравнения количества грозовых лесных пожаров в дни с низкой и высокой геомагнитной активностью был также использован метод наложения эпох. Рассматривался аналогичный предыдущему разделу несимметричный 16-дневный интервал, где в качестве ключевого (нулевого) события были взяты дни магнитных бурь.

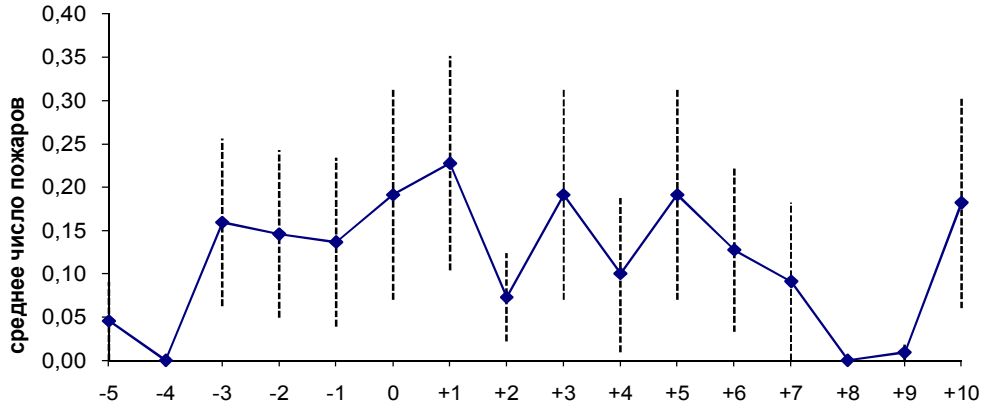


Рис. 4.7. Распределение числа грозовых пожаров относительно моментов начала Форбуш-понижения интенсивности ГКЛ

Для моментов начала магнитных бурь, определяемых по Кр индексу, статистически значимым (согласно U-критерию Манна-Уитни) является увеличение числа грозовых пожаров на 3-й и 6-й день после начала магнитной бури (рис. 4.8).

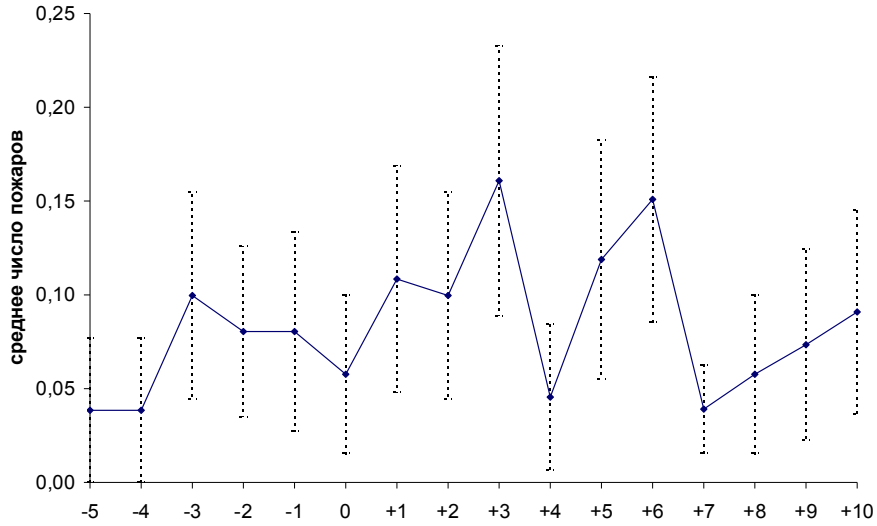


Рис. 4.8. Распределение числа грозовых пожаров относительно моментов начала магнитных бурь, определяемых по величине Кр индекса

Для магнитных бурь, начало которых определялось с помощью D_{st} вариации, изменение числа грозовых пожаров имеет более «сглаженный» вид (рис. 4.9). При этом здесь наблюдается статистически значимое увеличение числа пожаров в дни рассматриваемого интервала относительно 5-го дня до начала магнитной бури. Начиная с 2-го дня до начала магнитной бури, отмечается увеличение числа грозовых пожаров с максимумом на 1-й день после ее начала. Этот максимум является статистически значимым относительно 2 дня до начала бури.

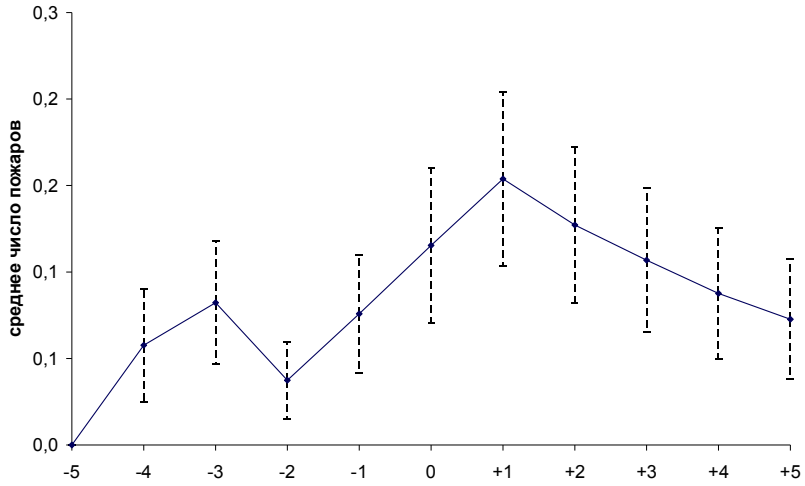


Рис. 4.9. Распределение числа грозовых пожаров относительно моментов начала магнитных бурь, определяемых по величине D_{st} вариации

Прежде чем перейти к обсуждению полученных результатов, следует обратить внимание на то, что при регистрации лесных пожаров фиксируется день обнаружения пожара, а не его возникновения, то есть «реально» чаще всего пожар возникает на несколько дней раньше его обнаружения.

Следовательно, увеличение числа грозовых пожаров в 1 день после начала магнитной бури может иметь причину в факторе ей предшествующем. С учетом того, что тенденция увеличения числа грозовых пожаров прослеживается на 3-4-й день до возникновения как магнитных бурь и суббурь (рис. 4.8, 4.9), так и моментов Форбуш-понижений (рис. 4.7), естественно предположение о влиянии на «реализацию этой тенденции» моментов начала солнечных вспышек. Началу магнитной бури предшествует поток высокоэнергичных протонов, которые достигают Земли через 1-2 часа после вспышки и могут оказывать влияние на грозовую активность (Козлов, Муллаяров, 2004). Магнитные бури и Форбуш-понижения ГКЛ проявляются на вторые-третьи сутки после вспышки.

Была проанализирована вариация числа грозовых пожаров относительно дней начала солнечных вспышек, данные по которым для 23 Солнечного цикла были взяты на сайте

(*http://www.wdcb.ru/stp/data/FL_XXIII/Fl_XXIII.txt*). Методика анализа аналогична, описанным выше. Всего рассмотрено 36 событий за период пожароопасных сезонов 2001-2007 гг.

Распределение числа грозовых пожаров относительно начала солнечных вспышек имеет два статистически значимых максимума: в нулевой день - собственно день начала вспышки, и на 4-й день после ее возникновения (рис. 4.10). Последний совпадает с увеличением числа пожаров после начала магнитных бурь (рис. 4.8, 4.9).

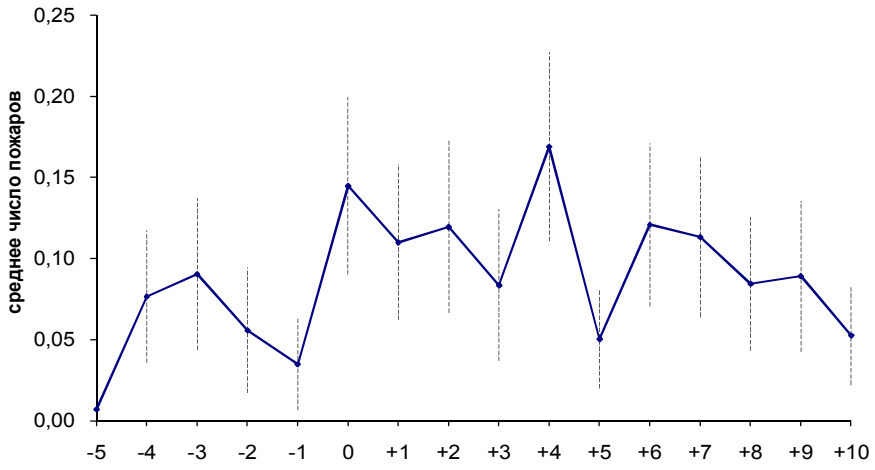


Рис. 4.10. Распределение числа грозовых пожаров относительно моментов начала солнечных вспышек

Полученные результаты согласуются с характером реакции гроз на активность Солнца. Грозы Онгудайского и Турочакского районов (здесь чаще всего и возникают лесные пожары от действия молниевых разрядов) чувствительны именно к геомагнитным возмущениям (табл. 3.7). В связи с этим важно отметить, что с геомагнитной активностью тесно сопряжены вариации выхода из грунта радиоактивного радона Rn^{222} (Владимирский и др., 2004). То есть с усилением геомагнитной возмущенности усиливается выход радона из грунта, при этом его концентрация может повышаться более чем в 5 раз, что, в свою очередь, может оказать существенное влияние на проводимость приземных слоев атмосферы (Кац, 2004; Гвоздарев, 2007). Это также может существенно определять «местные» условия формирования грозовой пожароопасности из-за «опосредованного влияния» солнечной активности.

4.4. Влияние геолого-геофизических факторов

В целом, для пространственного распределения природных пожаров характерна приуроченность к отдельным участкам местности. Отмечается локализация грозовых пожаров на хребтах Иолго, Сумультинский и на их отрогах, также на Улаганском плато и юго-восточной оконечности Теректинского хребта. В этих местах возникло более 70% лесных пожаров от действия молний. Отмеченные структуры трассируются геоморфологически и в геофизических полях главными разломами. При этом возникновение лесных пожаров от гроз возможно тесно связано с тектонической активизацией (Кречетова, Кочеева, 2006).

Распределение расстояний от пожаров до разломов соответствует экспоненциальному распределению с функцией распределения и плотностью вероятности

$$F(x) = 1 - e^{-0.061x},$$

$$f(x) = 0.061\, e^{-0.061x}$$

с уровнем согласия P=98% (рис. 4.11).

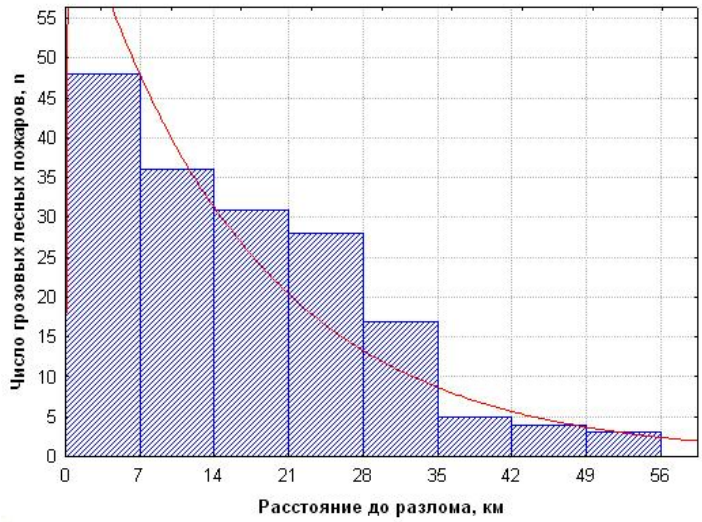


Рис. 4.11. Распределение числа грозовых пожаров в зависимости от расстояния до активных глубинных разломов

Анализ распределения показал, что 25% пожаров от гроз возникает на расстоянии не далее 6.2 км, для 75% природных пожаров расстояние до разломов не превышает 24.5 км. Среднее расстояние грозового пожара до активного разлома составляет 16.3±0.9 км, стандартное отклонение - σ=12.1, коэффициент вариации - V=75%.

Подчеркнем, что факт устойчивой приуроченности грозовых лесных пожаров к активным разломам выявлен впервые. Важно отметить, что в районах сгущения сети активных

глубинных разломов возможно поражение деревьев электрическими разрядами, идущими из грунта в атмосферу. Подробное описание и анализ таких случаев впервые были проведены Воробьевым (1977).

В ключе постановки нашей задачи и подходов ее решения важно иметь в виду, что обнаруженный эффект пространственной сближенности грозовых лесных пожаров с сетью активных разломов, по существу, является прямым следствием вертикального энерго- и веществоперетока в зонах повышенной геоактивности (Баласанян, 1990; Дмитриев и др., 2005; Касьянова, 2003).

На связь грозовой активности с локальной напряженностью магнитного поля Земли указывали многие исследователи (например, Воробьев, 1977). Для территории Енисейской равнины была выявлена зависимость локализации молниевых разрядов, частоты поражения молниевыми разрядами деревьев и возникновением лесных пожаров от гроз на участках с повышенной интенсивностью и градиентами магнитных аномалий (Иванов, 1991). При этом рассматриваются два варианта возможной приуроченности грозовых пожаров к участкам с высокой напряженностью магнитного поля. В первом случае максимизация частоты возникновения пожаров от гроз наблюдается на границе перехода по градиентам между магнитными аномалиями разной интенсивности. Во втором случае, наблюдается равномерное распределение грозовых пожаров по территории с одинаковой интенсивностью магнитных аномалий.

Прежде чем перейти к количественным характеристикам степени влияния магнитных аномалий на локализацию грозовых пожаров на территории Горного Алтая, целесообразно привести краткую характеристику напряженности магнитного поля в исследуемом регионе.

По отчетным данным Горно-Алтайского территориального геологического фонда (Сурков и др., 1970), на территории Республики Алтай общий фон магнитного поля пониженный и в разных частях насыщен значительным количеством локальных положительных и отрицательных аномалий. При этом небольшие по размерам локальные аномалии вследствие интерференции образуют сложные по форме и большие по размерам аномальные зоны. Для положительных аномалий интенсивность поля меняется от +170 до +260 нТл, для отрицательных аномалий напряженность поля варьирует от –100 до –500 нТл. Наиболее четкие простирания аномалий наблюдаются в Западно-Сибирской зоне аномального магнитного поля, представленной двумя интенсивными подзонами: Телецкой подзоной положительного поля и Башкаус-Чулышманской подзоной отрицательного поля. Данные подзоны обтекают Чулышманский устойчивый массив. Здесь, в западной аномальной полосе, представленной небольшими по размерам аномалиями (интенсивностью до +200 нТл), простирание субмеридиональное. В восточной, более интенсивной (+400 нТл) полосе, простирания магнитных аномалий северо-западные.

Таким образом, на исследуемой территории выделяются два района значительной протяженности, представленные однородной структурой интенсивности магнитного поля. Кроме того, выделяются отдельные высокоградиентные локальные аномалии, характеризующие и дополняющие общую сложную структуру магнитного поля всей территории.

В связи с отмеченными общими особенностями аномального магнитного поля на территории республики, исследование характера его влияния на возникновение лесных пожаров от гроз проводилось в два этапа.

Первый этап заключался в количественной оценке степени грозовой пожароопасности на выделенных интенсивных зонах аномального высокоградиентного магнитного поля (Горно-Алтайской и Западно-Саянской зонах).

Второй этап включал в себя вычисление корреляционной зависимости числа грозовых пожаров и интенсивности локальных магнитных аномалий, расположенных по всей территории Горного Алтая.

При сопоставлении схемы районирования аномального магнитного поля (М 1 : 5 000 000 м) и данных о локализации грозовых пожаров выявлено, что наибольшей горимости от действия молний подвержены участки, расположенные в Западно-Саянской зоне аномального магнитного поля (рис. 4.12). При этом для Телецкой подзоны положительного поля, по сравнению с Башкаус-Чулышманской зоной, характерна большая встречаемость лесных пожаров от гроз.

Рис. 4.12. Количество лесных пожаров от гроз в зонах аномального магнитного поля:
V – Горно-Алтайская зона преимущественно отрицательного поля
с крупными положительными локальными аномалиями;
VI – Западно-Саянская зона, представленная
а) Телецкой подзоной положительного поля;
б) Башкаус-Чулышманской подзоной преимущественно отрицательного поля;
в) Шапшальской подзоной преимущественно варьирующего (знакопеременного) поля

Характер влияния локальных магнитных аномалий в районе исследований на возникновение грозовых пожаров изучался на основе количественных характеристик магнитного поля, полученных по данным цифровой карты аномального магнитного поля $(\Delta T)_a$ (М 1: 1 000 000 м). Было проведено сопоставление числа грозовых пожаров на единицу площади геомагнитных аномалий одинаковой интенсивности.

На рисунке 4.13 представлен график числа грозовых пожаров на одну тысячу кв. км магнитных аномалий одинаковой интенсивности. Статистически значимой корреляции между числом пожаров от гроз за период 2001-2007 гг. и интенсивностью магнитных аномалий нами не выявлено (коэффициент ранговой корреляции по Спирмену равен 0.2 при p=0.66).

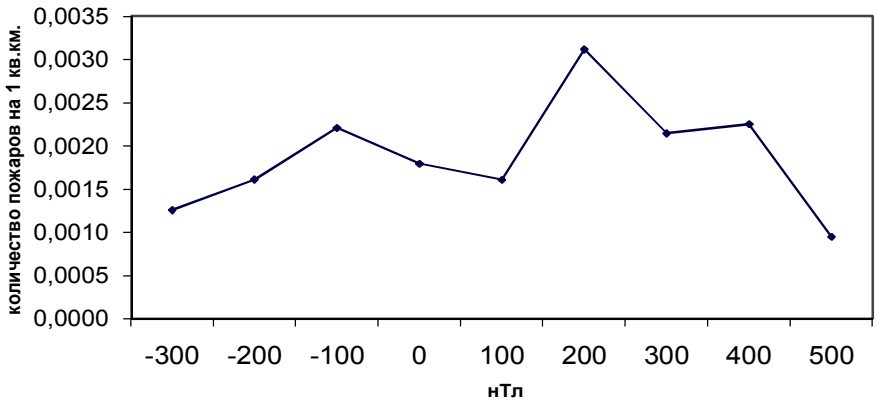


Рис. 4.13. Распределение числа пожаров от гроз на участках локальных магнитных аномалий различной интенсивности

Суммирующие замечания к главе. Обобщая результаты исследований, приведенные в этой главе, еще раз акцентируем внимание читателей на выявленных нами особенностях формирования грозовой пожароопасности на территории Республики Алтай за период с 2001 по 2007 годы.

Территория республики характеризуется пониженной и низкой фактической горимостью по причине действия гроз. Пик грозовой пожароопасности приходится на июль-август. В последние годы отмечается возникновение грозовых пожаров и в сентябре. Большая часть пожаров от гроз возникает на хребтах Иолго, Сумультинский, Теректинский, а также на территории Улаганского плато и Чулышманского нагорья. Указанные геоморфологические структуры сформированы смещениями по главным и оперяющим разломам. Выявлено, что 25% пожаров от гроз возникают на расстоянии не далее 6 км, а 75% - не далее 24 км от главных разломов. Приуроченности пожаров от гроз к локальным магнитным аномалиям выявлено не было.

Обнаружена специфика развития грозовой пожароопасности в 2001 году, которая оказалась связанной с проявлением солнечной активности. Методом наложения эпох было выявлено, что число пожаров от гроз статистически достоверно повышается в день начала солнечной вспышки и на 4-й день после нее. Последний, скорее всего, связан с началом магнитной бури на Земле, а первый, возможно, с проникновением высокоэнергичных протонов в плотные слои тропосферы и их влиянием на грозовую активность исследуемой территории.

Конечно, полученные результаты требуют дополнительных уточнений, и тем не менее они расширяют «стандартный» набор параметров, которые обычно учитываются при изучении грозовой пожароопасности лесных участков.

К сожалению, в настоящее время из-за отсутствия цифровых карт растительности и типов леса разработка методов прогноза грозовой пожароопасности для территории республики нами не проводилась. Немаловажную роль в невозможности таких разработок играет и недостаточное покрытие территории сетью ГМС, особенно в местах локализации грозовых пожаров. Но мы не отказываемся от таких исследований – они дело будущего и точка роста исследований настоящего этапа.

В завершении данного раздела расширим сведения о системах разломов, как о протяженных зонах высокоактивных геологических объектов (ширина – десятки километров, глубина – десятки и первые сотни километров, и длина – за тысячу километров). Как уже указывалось, эти геологические тела являются и вместилищами, и генераторами, и составной частью, зачастую малообъясненных, энергоемких вариаций физических полей (Баласанян, 1990; Алтайское …, 2004; Дмитриев, Буслов, 1989; Литинский, 1988; Бузевич и др., 2001). Разломы – это типичные открытые системы с периодическим затуханием и возобновлением своей активности в режиме «муфт сцепления» в процессах взаимодействия оболочек Земли. Функционируя на протяжении длительного времени в роли энергетических ловушек (Авакян, 1999; Моргунов, 1998; Сурков, 2000), то есть своеобразных литосферных энергоаккумуляторов, разломные системы составляют тектоно-физическую опору для возникновения аномальных геодинамических зон (Трухин и др., 2005), в пределах которых и отмечается максимальная встречаемость необычных явлений в атмосфере и ближнем космосе (Авакян, 1999; Дмитриев, 1998; Дмитриев, 2011; Касьянова, 2003; Михайлов и др., 2010; Моргунов, 1998).

Аномальные энергоактивные зоны крайне неравновесны и предельно чувствительны к внешним (солнечным, ГКЛ) воздействиям, причем небольшие воздействия могут дать энергоемкий отклик за счет сконцентрированной энергии в разломных узлах (Дмитриев и др., 1992; Киссин, 1988). Так, например, обычный разряд линейной молнии на окраине г.

Петразоводска (июль 1980 г.) в сгущенную разломную сеть вызвал выброс крупного плазмоидного образования (Дмитриев и др., 2005).

Рассматривая функциональную роль зон активных разломов, необходимо учитывать исследовательские результаты комплекса геофизических методов, направленных на изучение:

- аномалий намагниченности минералов и горных пород;
- высокоградиентных плотностных неоднородностей;
- вариаций радиактивности;
- аномалий упругих характеритик;
- неравномерных концентраций упругой энергии;
- аномалий электропроводности;
- скачков вызванной поляризации, скачков тепловых потоков при геомагнитных возмущениях (Файнберг идр., 2004);
- повышенной встречаемости светящихся образований в приземной атмосфере и возникновением новых грозовых очагов.

Все эти процессы тесно энергетически и функционально сопряжены и представляют собой своеобразную машину по организации вертикальных перетоков энергии и вещества, то есть они являются устойчивой точкой сборки для самосогласованных событий в развитии геофизических и геохимических явлений.

В конечном итоге, рассматривая круг вспомогательной информации для решения «узкого вопроса пожароопасности», мы, отслеживая причинный ряд исследуемых событий, вышли в область космофизических масштабов, где и содержатся межсобытийные связи. Этот факт в очередной раз подтверждает целостность Мира, да и Вселенной в целом.

ГЛАВА 5. ГРОЗЫ И ГЛОБАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ

Из многих ролей грозовых процессов в предыдущих главах мы рассмотрели пожароопасность молниевых разрядов. Естественно, что, по необходимости, были подняты и вопросы, выходящие далеко за пределы узкой постановки задачи. Этот выход обязан, прежде всего, природной специфике гроз, их ускоряющейся модификации и их решающего значения для эволюции не только газо-плазменных оболочек Земли. В последующих разделах мы попытаемся осмыслить многоролевую специфику гроз не столько как *«атмосферного явления»*, сколько как ***«явления межгеосферных взаимодействий» и своеобразного показателя локальных региональных и глобальных перемен в геолого-геофизической среде***.

По мере погружения в феноменологическую составляющую региональных грозовых процессов мы неизбежно выходили на общие планетарные и, более того, гелиосферные масштабы молниевых процессов. Очевидно, что эти выходы были информационно-поисковыми и не содержали в себе конкретных измерительных процедур. Тем не менее расширение информационной среды позволило нам преодолеть метеорологическую модель грозовых процессов, структурные и энергетические основы которых усматривались в «газо-водных преобразованиях огромного разнообразия кучевых облаков».

Все так, но не совсем так. Наличие сухих гроз, локализация мировых очагов гроз и их миграция, явная включенность наземных грозовых процессов в звенья солнечно-земных взаимосвязей (выявленные корреляции гроз с непростой периодичностью СКЛ и ГКЛ) и, наконец, регистрация молниевых разрядов в межпланетном пространстве рисуют картину гелиосферных сценариев грозовой активности. Поэтому наша позиция следовать природным состояниям и фактам, а не физико-математическим моделям, неизбежно приводит к другим системам предположений.

В определенном смысле из-за увеличения наблюдательной фактологии нового поколения за счет результативной работы оптических, ультрафиолетовых и рентгеновских телескопов пришлось вводить особую гелиосферную «сущность» - грозосферу Солнечной системы. Уже и в массовом информационном поле приводятся интересные доводы в пользу существования сквозь гелиосферных каммуникаций непрерывного характера (Филипов, 1990, с. 8):

«Плазма солнечного ветра уносит с собой вмороженное магнитное поле, которое одним концом силовой линии остается укорененным на Солнце, а другим простирается к границам гелиосферы на расстояние около сотни астрономических единиц. Частицы плазмы разлетаются радиально, но поскольку Солнце вращается, последовательность частиц, вылетающих из некоторой области (плазменная струя), и тянущаяся за ними силовая линия образуют архимедову спираль, закручивающуюся вокруг Солнца, витки которой сгущаются по мере удаления…»

Естественно, что солнечный ветер на расстоянии примерно 149 млн. км встречает космофизические отдельности Луны и Земли. Мощная магнитосфера Земли (с рекордной удельной намагниченностью вещества) вступает во взаимодействие с вещественной и энергетической насыщенностью солнечного ветра. Это взаимодействие является основным содержанием солнечно-земных взаимосвязей, в которых грозовые процессы выступают в качестве результата этого взаимодействия.

Поэтому имеет смысл рассматривать грозовые процессы на Земле в качестве способа космофизического вживления Земли в работу грозосферы Солнечной системы. Конечно космоземные процессы - это не столько грозы на Земле, сколько система формирования и поддержания природных закономерностей в геолого-геофизической среде на протяжении миллиардов лет геологической истории. Отсюда и возникает очередная необходимость хоть что-то понять – понять масштаб, глубину и энергоемкость встречному отклику геолого-геофизических процессов на воздействия Солнца.

В прямом смысле данная глава носит опытный характер в отношении того, что в ней применяется естественнонаучный взгляд, согласно которому постоянным приоритетом пользуется факт исследуемого явления. Отметим, что с развитием компьютерного моделирования природных процессов, основанного на сложных физико-математических моделях, широкому классу разнообразных наблюдательных фактов природных явлений придается все меньше значения. Они зачастую отбрасываются как несущественные для теоретических моделей. Таким образом, современная теоретическая система «моделирования» природных процессов приобрела решающую административную значимость в ущерб действительному знанию о состоянии Природы.

Структура и характер изложения материала данной главы подчинены в основном методологическим, осведомительным целям. Поэтому в данной главе под определенным углом зрения, обозначенном выше, освещается некоторая совокупность современных научных результатов, полученных при изучении общих планетофизических процессов. Отсюда и широкая система цитирования, которая минимизирует наше модифицирующее комментирование.

5.1. Разломы земной коры и Глобальная электрическая цепь (ГЭЦ)

О том, что по существу все (особенно быстропротекающие) процессы межгеосферного взаимодействия сопровождаются грозовыми явлениями, доказывать не надо, поскольку и в статьях, и в монографиях данного профиля этот факт всесторонне изложен. Тем не менее мы, под определенным углом зрения, представим дополнительную информацию по данному вопросу. Дело в том, что до настоящего времени в плане межгеосферных взаимодействий и в плане физики грозовых процессов (особенно генерации новых видов разрядов, включая и разнообразие спрайтов) существуют большие информационные лакуны. Поэтому считаем уместным с одной стороны нарастить сведения по регистрации необычных гроз и, с другой стороны, отметить результаты исследований последних лет в плане возрастания совокупности и энергоёмкости глобальных планетофизических процессов как активной саморазвивающейся и саморегулирующейся солнечно-земной системы. И, как отмечают Белоглазов и Ахметов (2010, с.810):

> *«В последнее время становится все более ясно, что в системе солнечно-земных связей и изменения климата заметную роль играют биосферные электрические процессы, в которых центральное место занимает глобальная электрическая цепь. Одним из главных её звеньев является генератор, действующий за счет молниевой активности…».*

Из существующих ныне сценариев глобальной грозогенерации и электропериодизации процессов в атмосфере (по приземным и верхнеатмосферным) мы тоже будем придерживаться сценария «Глобальной электрической цепи» (ГЭЦ). Рассмотрим некоторые свойства и характеристики, особенно энергооценку указанного сценария.

Рассматривая объясняющие возможности ГЭЦ (Анисимов, Мареев, 2008), нельзя не учитывать ряд ее энергетических характеристик (таблица 5.1). Это тем более важно в связи с уже выявленными (Дмитриев и др., 2006) региональными характеристиками гроз Республики Алтай:

а) высокая положительная корреляция режима грозовых процессов с периодизацией Солнечной Активности и унитарной осцилляцией Солнца (Плазообразование …, 1992; Дмитриев и др., 2006);

б) тяготение выявленных грозовых очагов к зонам вертикального энергоперетока и сгущению активных разломов;

в) максимальная по югу Западной Сибири концентрация природных самосветящихся образований (Дмитриев, 1998), что согласуется в целом с высокой гелиочувствительностью региона.

Таблица 5.1

Количественные характеристики глобальной электрической цепи (ГЭЦ) по (Анисимов, Мареев, 2008)

Название характеристик	**Количественные значения**
Токи и сопротивление	
1. Число синхронно действующих гроз	1500-2000
2. Токи над грозами: – предельные вариации токов – среднее значение – глобальный электрический ток	 0,5–6,0 А 0,5–10 А 750–2000А
3. Ионосферный потенциал: – предельные вариации – среднее значение	 150–600кВ 280 кВ
4. Атмосферное сопротивление: – низкие широты (над уровнем моря) – высокие широты (над уровнем моря)	 $1{,}3 \cdot 10^{17}$ Ом/м^2 $3{,}0 \cdot 10^{17}$ Ом/м^2
5. Тибет и плато Антарктиды	2,0
6. Плотность тока: – урбанизированные зоны – пустыни и растительные покровы – станции Южного полюса	 $1{,}0 \cdot^{10\text{-}12}$ А/м^2 $2{,}4 \cdot^{10\text{-}12}$ А/м^2 $2{,}5 \cdot^{10\text{-}12}$ А/м^2
Потенциалы и проводимость	
1. Градиент потенциала: – экватор – широта: 60° – Южный полюс – промышленные узлы	 120 В\м 155 В/м 71 В/м 300–500 В/м
2. Электропроводимость атмосферы: – уровень моря –тропопауза – стратопауза –проводимость ионосферы (педерсеновская) – параллельная проводимость ионосферы	 $\sim 10^{-14}$ См/м $\sim 10^{-13}$ См/м 0^{10} См/м 10^{-4} –См/м ~10 См/м
3. Время релаксации электрозарядов: – 70 км – 18 км –10 км – «проводящая земля»	 10^{-4} с 4 с 5–10 мин 10^{-5} с

Эти особенности территории республики хорошо укладываются в характеристики космо-земных взаимосвязей и для Земли в целом (Анисимов, Мареев, 2008; Авакян, 2008; Бондур и др., 2008; Дмитриев и др., 2005; Барляева и др., 2009; Кузнецов, 2008; Михайлов и др., 2010; Распопов, Веретенко, 2009). В нашем исследовательском подходе территория Республики Алтай рассматривается в качестве одного из уникальных звеньев модели ГЭЦ. Для дальнейшей интерпретации и обоснования предложенного подхода обратимся к материалам, характеризующим общую картину глобальной электрической цепи (рис. 5.1). Сосредоточимся на сообщениях, касающихся физики и функциональной роли разломов в межгеосферных взаимодействиях, включая и роль глобальных вариаций напряженности аэроэлектрического поля (рис. 5.2).

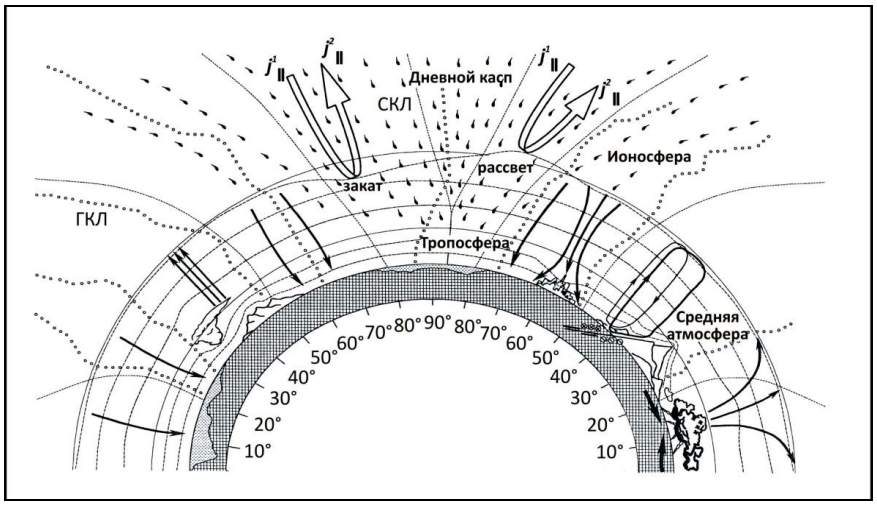


Рис. 5.1. Глобальная электрическая сеть (Анисимов, Мареев, 2008)

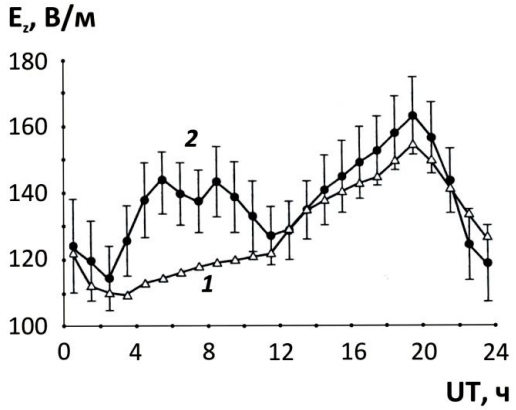


Рис. 5.2. Унитарная вариация напряженности атмосферного электрического поля (1) и средние значения напряженности аэроэлектрического поля по наблюдениям среднеширотной обсерватории «Борок» за июнь, август 1999 г. (2). (Вертикальными отрезками показаны среднеквадратичные отклонения среднечасовых значений величины поля (Анисимов, Мареев, 2008)).

В отношении решающей роли активных разломов, порождающих устойчивые локальные массо- и энергоперетоки, обратимся к результатам исследований Анисимова и Мареева (2008, с. 11):

> *«Региональные генераторы литосферной природы проявляются в зонах геологических разломов и служат причиной динамически устойчивых соответствий атмосферно-ионосферной неоднородностей и литосферных структур… Нижний пограничный слой тропосферы (слой обмена) характеризуется сильными колебаниями электрической проводимости среды в горизонтальном и вертикальном направлениях, которые обусловлены, прежде всего, влияниями земной поверхности… Нижняя часть погранслоя высотой в несколько десятков метров образует приземный слой, характеризующийся значительными вертикальными градиентами электрических параметров». (Подчеркнуто нами).*

В приведенной цитате, в разрезе выявления электросостояния приземного слоя атмосферы, важно учесть возникновение высокоградиентных электрических полей. Изучая коле-

бания низкочастотного поля в ионосфере над активными разломами земной коры, было установлено (Ляхов, Зецер, 2008, с.116-117):

«… Анализ кумулятивной карты показал, что в ионосфере выделяются отдельные зоны увеличения напряженности электрического поля. Было определено, что указанные локальные зоны соответствуют либо тем местам на поверхности, где расположены техногенные источники низкочастотного излучения, например, города, в частности Москва, либо областям расположения тектонических особенностей земной коры (разломов, рифтовых зон и др.). Ключевым отличием ионосферных зон над областями расположения разломов от зон над областями, занимаемыми крупными городами, является резкий рост уровня плазменных флуктуации (на 5–7 порядков относительно фона), одновременный с ростом напряженности электрического поля». (Подчеркнуто нами).

Следует отметить, что электрический отклик ионосферы характерен для активных и подновляющихся разломов. Значительно также, что массо- и энергопереток также присущ для активных разломов. Разлом такого качества был выявлен для Теректинского хребта (в районе с. Тюнгур) при проведении ртутной съемки (Дмитриев и др., 1992). Кстати, на территории республики Алтай особенно четко проявляется факт возрастания встречаемости ПСО над активными разломами (Дмитриев, 1998), что, в свою очередь, феноменологически (в видимом диапазоне) подтверждает наличие резкого роста уровня наблюдаемости плазменных флуктуаций и светящихся образований в этих зонах.

Как и для встречаемости ПСО, так и для наблюдений плазменных флуктуаций по спутниковым данным над активными разломами (Ляхов, Зецер, 2008, с.118) четкая связь их проявлений с землетрясениями (в смысле синхронизации процессов) не была выявлена:

«За рассматриваемый период в анализируемом квадрате зарегистрировано 45 землетрясений магнитудой 4,5 и выше. Никакой корреляции электрических полей, зарегистрированных спутником с землетрясениями не обнаружено. Не обнаружено также связи величины напряженности электрического поля с местным временем, сезоном и уровнем геомагнитной активности… Значимые вариации спектральной плотности плазменных флуктуаций наблюдались над разломами в тех же зонах, где и электрическое поле. … На широте ~42° орбита пересекла Талассо-Ферганский разлом. При этом на всех каналах фиксировались высокие значения переменного электрического поля, поток электронов вырос в 30 раз, а спектральная плотность плазменных флуктуаций – на 10 порядков. По всей видимости, генерация низкочастотных колебаний электрического поля и декаметровых неоднородностей ионосферы является следствием развития плазменно-пучковых неустойчивостей при высыпании частиц. (Подчеркнуто нами).

Приведенные количественные оценки интенсивностей плазменных флуктуаций над территориями активных разломов свидетельствуют о физической специфике их функционирования в геосферных взаимодействиях. Причем, следует отметить, что на планетофизическую специфику разломных процессов земной коры неоднократно и довольно давно указывали многие исследователи.

Представляет интерес вопрос о ближайшей окрестности исследуемого региона в плане морфотектонической выделенности, способствующей генерации ПСО. На схеме локализаций

(рис. 5.3) морфотектонических элементов, хорошо диагностированных по космоснимкам одного масштаба, легко обнаруживается эффект «ненаблюдаемости активных разломов» регистрационными средствами спутников за территорией Республики Алтай. В то же время отмечается значительное сгущение активных разломов по всей площади, что является дополнительным подтверждением общей энергонасыщенности данной территории, на которой отмечена максимальная встречаемость ПСО по всей Западной Сибири (Дмитриев и др., 2005; Зятькова, 1997; Новиков, 2004; Морозова, 2005) .

В ключе специфики грозовой активности Горного Алтая (Дмитриев и др., 2006) уместно рассмотреть результаты исследований (Ляхов, Зецер, 2008) низкочастотных колебаний электрического поля над активными разломами. Мы уже отмечали эффект локализации лесных пожаров вблизи разломов (Кречетова, Кочеева, 2006) и поэтому существенно важно расширить обоснование и функциональную роль зон вертикальных энергоперетоков. На наш взгляд, в работе Ляхова и Зецера выявлена и частично интерпретирована еще одна специфика активных разломов в виде передаточной роли при межгеосферных взаимодействиях.

На основе учета и обработки замеров (данные спутника Dynamic Explorer-2) в диапазоне частот 3Гц–3кГц, на информационном массиве наблюдений за 18 месяцев на территориях Байкальского рифта (рис. 5.4) и Северо-Тянь-Шаньских разломов (рис. 5.5) было выявлено (Ляхов, Зецер, 2008, с. 116):

> *«…в ионосфере выделяются отдельные зоны увеличения напряженности электрического поля. Было определено, что указанные локальные зоны соответствуют тем местам на поверхности, где расположены техногенные источники низкочастотного излучения, например, города, и в частности Москва, либо областям расположения тектонических особенностей земной коры (разломов, рифтовых зон и др.). Ключевым отличием ионосферных зон над областями расположения разломов от зон, занимаемых крупными городами, является резкий рост уровня плазменных флуктуаций (на 5–7 порядков относительно фона) одновременный с ростом напряженности электрического поля».*

Характерно также, что исследователи выявили электромагнитную активность и «погребенных», не обнаруживаемых поверхностной съемкой, разломов. Т.е. прямым признаком активного разлома является его активность в КНЧ на ионосферных высотах (300–1000 км). В случае геолого-геофизической активности на территории Республики Алтай и отклика ионосферы на сеть региональных разломов (рис. 5.3) следует учитывать то, что его территория лежит на тангажных плоскостях ракетных пусков с космодрома Байконур (Дмитриев, Шитов, 2003, с. 63):

> *«…представляется важным привести количественные оценки вещественной производительности одного запуска РН «Протон» на высоту более 100 км… Воды выбрасывается – 36,7 т, или 17% от количества природной воды на этих высотах; углекислого газа – 43,7 т, или 1,5% от общего количества газа на этих высотах; азота – 48,6 т, или 17% от общего содержания азота на высоте более 100 км (напомним, что азот является интенсивным озоноокислителем)».*

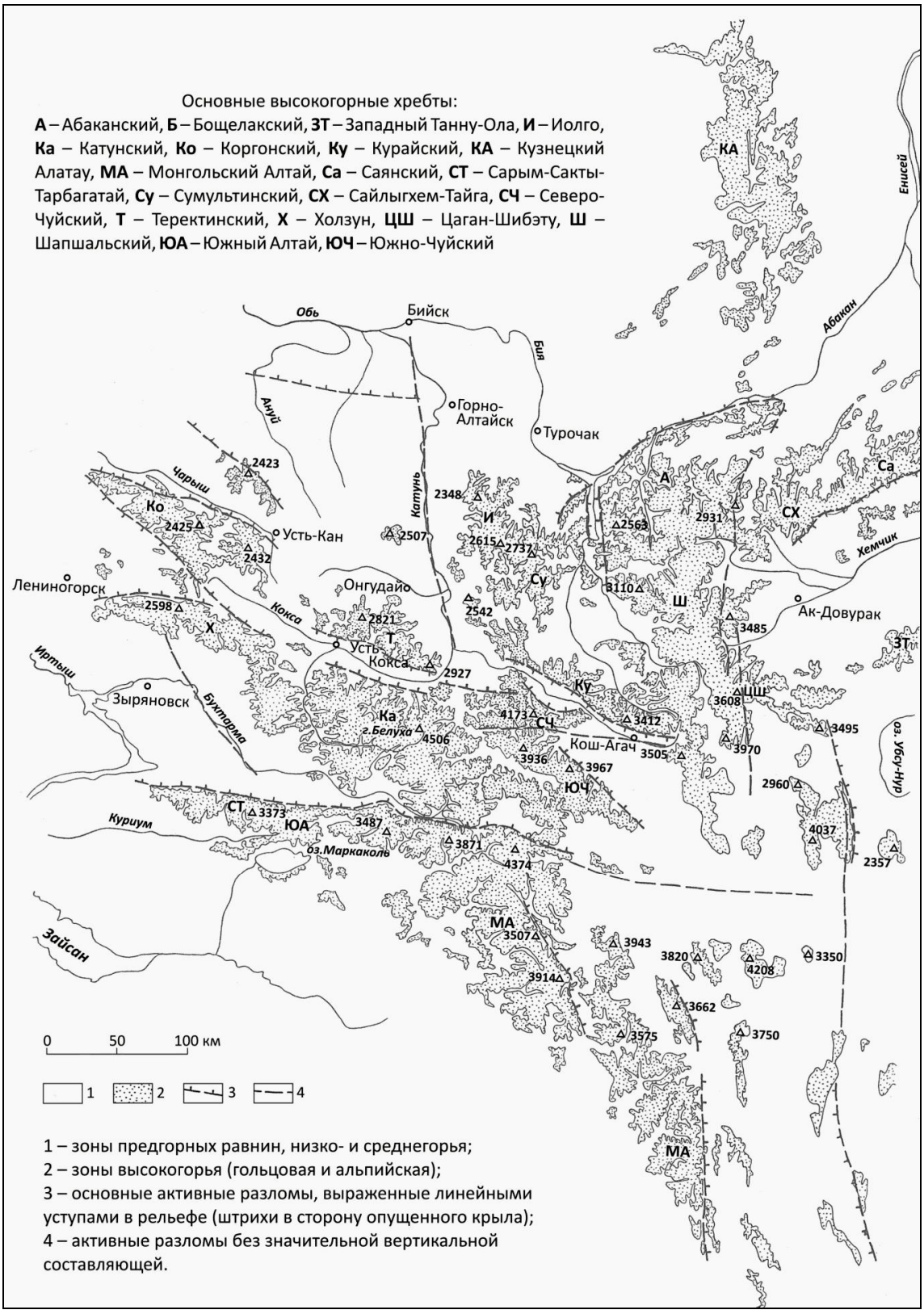


Рис. 5.3. Схема основных морфотектонических элементов Горного Алтая и смежных регионов по данным дешифрирования космоснимков (Дмитриев, Белоусов, 1999)

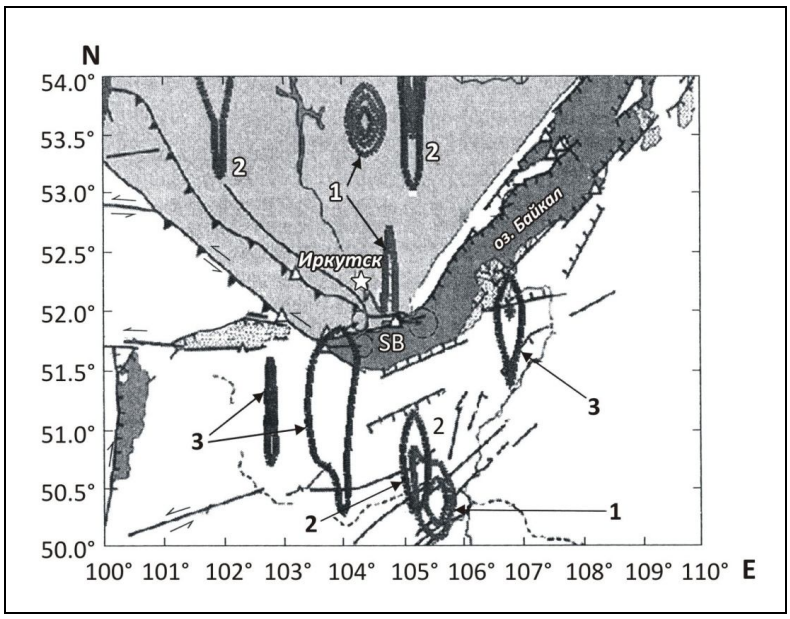


Рис. 5.4. Распределение кумулятивной интенсивности сигналов в Байкальской зоне (Ляхов, Зецер, 2008). Изолинии:
1 – 120-200 мкВ/м для 1-4 кГц;
2 – 200 мкВ/м для полосы 4-16 кГц;
3 – 200 мкВ/м в полосе 128-512 кГц

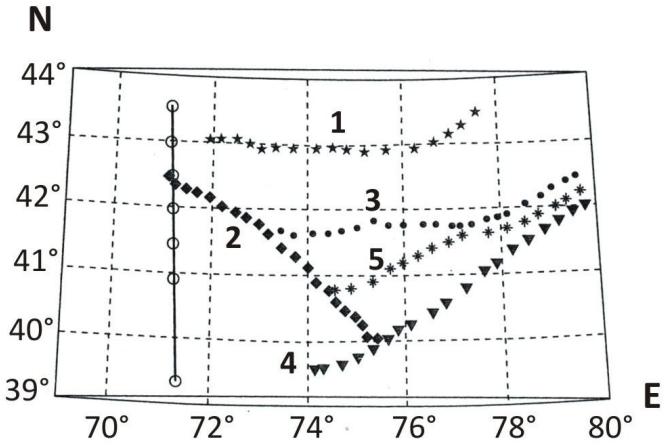


Рис. 5.5. Траектория полета спутника DE-2 на витке № 7535 16.12.1982 г.:
1 – система Северо-Тянь-Шанских разломов;
2 – Талассо-Ферганский разлом;
3 – линия Николаева;
4 – Гиссар-Кокшаальский разлом;
5 – Атбаши-Иныльчекский разлом

Если все эти числа перемножить на многие сотни пусков, то легко догадаться *«об избыточной турбулентности и плазменной неустойчивости в ионосфере над территорией Горного Алтая»* (Дмитриев и др., 1992).

В программе многолетнего изучения на территории республики процессов вертикального энергоперетока (межгеосферных взаимодействий), включая и методы теллурического

зондирования (Дмитриев, 1998; Дмитриев и др, 2005), были выявлены крупномасштабные «геофизические несоответствия». Примером таких явлений может служить эпизод максимизации по Северному полушарию низкоширотного надхребтового сияния после геоэффективных вспышек на Солнце 21–23 октября 1981 года. Это сияние, названное террокосмическим (Дмитриев, 1988), характеризовалось рекордной интенсивностью и длительностью для всего Юга Западной Сибири (отмечалось атмосферное свечение даже в солнечное дневное время), а также необычайно низкой границей (3,2–3,8 км по флюксометрии) свечения. Такая малая высота нижней границы «полярного сияния» в последующие годы была обнаружена в Антарктиде и на Кольском полуострове. И тем не менее анализ архивных данных спутниковых фотографий октябрьского низкоширотного свечения атмосферы подтвердил его максимизацию над субширотной тектоноструктурой Чарышско-Теректинского сбросо-сдвига (Дмитриев, 1988, с. 16):

> *«Поэтому, рассматривая Чарышско-Теректинский разлом в качестве гелиовосприимчивой структуры к сильным геомагнитным возмущениям (как в октябре 1981 г.), мы можем говорить о литосферном вкладе в характер надхребтового сияния. Именно в этом отношении нами и принимается термин «террокосмическое сияния». Литосферный вклад электромагнитного излучения в общий процесс сияния над разломом Теректинского хребта произошел в благоприятных тектонофизических условиях и при богатых сочетаниях высокоомных горно-породных разностей. Имеющиеся факты подновления разлома, особенно в его восточной части (с.Тюнгур), дополняют общую картину формирования общего очага концентрации различных видов энергии. Естественное предположение о напряженной тектонофизической обстановке Теректинского хребта можно дополнить также и тем, что сияния, подобные полярным, над разломом фиксируются и при нормальных (спокойных) геомагнитных режимах». (Подчеркнуто нами).*

Таким образом, в перечне функциональной роли активных разломов в случае Теректинского разлома мы встречаем «экзотический» вид высвечивания, причем явно существенного в плане вертикального энергоперетока, на что неоднократно указывал академик Летников (1998, 2002, 2003). Кстати отмеченная экзотичность над и внутри разломных процессов множится и развивается в сторону значительного наращивания энергоемкости. Естественно, что растет их функциональная роль в межгеосферных взаимодействиях, включая и огромное воздействие техногенных процессов на земные оболочки (Летников, 1998; рис. 5.6). Эта существенность однозначно сводится к влиянию на сейсмический режим данной территории, т.е. активное свечение снижает уровень сейсмичности этого места (Дмитриев, 1998; Дмитриев и др, 2005; Дмитриев и др., 1992).

В отношении приведенной цитаты можно рассмотреть основные выводы работы (Лях ов, Зецер, 2008, с. 119):

> *«…: установлено, что крупные нарушения геологических структур земной коры оказывают влияние на параметры ионосферы вне авроральной зоны. Эти проявления*

характеризуются изменениями низкочастотного электрического поля в диапазоне 1–500 кГц, спектральной плотности плазменных флуктуаций декаметрового диапазона и высыпания частиц. Указанные изменения параметров ионосферы не зависят от сейсмической активности местного времени, сезона и уровня геомагнитной активности…

…Геологическая структура является источником, переизлучателем или формирователем канала низкочастотных электромагнитных колебаний типа вистлера (например, электромагнитных излучений грозовых разрядов), которые проникают по силовой линии вверх и, взаимодействуя с частицами ионосферы, вызывают их диффузию в конус потерь с дальнейшим высыпанием и генерацией всей цепочки физических процессов.

Разлом является источником сигналов неэлектромагнитной природы, которые распространяются вверх, и на границе с ионосферой возбуждают вистлеровскую волну [12]. Примером таких сигналов могут служить акустические волны, которые на границе ионосферы преобразуются в быструю магнитозвуковую волну (вистлер) с дальнейшей цепочкой процессов аналогичной вышеизложенным». (Подчеркнуто нами).

Здесь уместно акцентировать внимание читателя на необычность утверждения о том, что «разлом является источником сигналов неэлектромагнитной природы». Вряд ли эта «не-электромагнитная природа» начинается и завершается только самопреобразующейся (на высоте) акустической волной. На наш взгляд в подобных случаях мы встречаемся с более сложным и значительным событием, проявлением геолого-геофизической роли неоднородного поляризационного физического вакуума (Дмитриев и др., 2005).

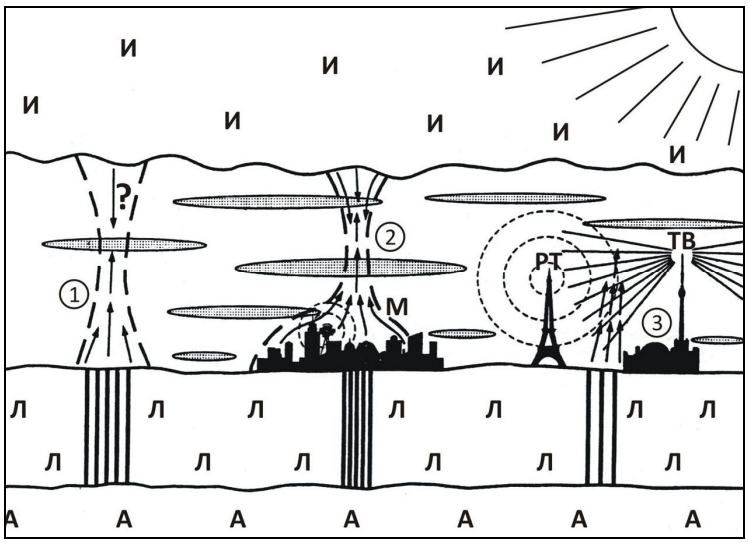


Рис. 5.6. Взаимодействие земных, ионосферных и техногенных систем (Летников, 1998):
А – астеносфера; Л –литосфера; И – ионосфера.
Тонким крапом обозначены «облака» атмосферного электричества:
1 – взаимодействие в системе «разлом - ионосфера»; 2 – взаимодействие в системе «разлом - мегаполис (М) - ионосфера»; 3 - взаимодействие в системе «разлом - радиотранслятор (РТ) – телетранслятор (ТВ)»

5. 2. Феномены микрогеофизических объектов в геоактивных зонах

Изучение природных самосветящихся образований (ПСО) на территории Республики Алтай с комплексным учетом состояния геофизических полей и специфики тектоно-структур (Дмитриев и др., 1992; Дмитриев, 1998; Дмитриев и др., 2005) вскрыло непростую картину зависимости свечений от землетрясений, времен года, грозовых процессов, процессов импульсного подновления глубинных разломов и огромных колебаний концентраций газовых экзоэмиссий (водорода, гелия, углеводородов, радона, ртути и др.). В этом отношении совершенно по-особому, в плане вариаций отслеживаемых параметров, ведут себя необычные микрогеофизические объекты (площадью от 10 до 100 $м^2$). Так, на аномальном объекте «Молниебойный хребтик» (Усть-Коксинский р-н) выявлены не только пространственно отдельные аномальные участки (30–40 $м^2$), но и с временными вариациями напряженности магнитных и электрических полей. В частности, на данном микрогеофизическом объекте регистрируемые вариации магнитного поля имеют аномальный характер не только по интенсивности, но и по спектральному составу. Выявлены пики в интервалах 160 мин (величина унитарной солнечной осцилляции), 80 мин (±5), 19, 15–12 мин и конструктивной интерференции с периодами: 40, 20, 8 мин. Спектральные оценки распределены экспоненциально с коэффициентами –1,3 +1,5. При этом отмечались и совпадения этих величин со значением пиков ММП (межпланетного магнитного поля) и КЛ (космическими лучами), а также с модуляциями ОНЧ-излучениями (Дмитриев и др., 1992). Полученные итоги исследований в конце 80-х годов прошлого века вносят дополнительный вклад в результаты новейших спутниковых данных (Анисимов, Мареев, 2008; Авакян, 2008; Бондур и др., 2008; Барляева и др., 2009: Ляхов, Зецер, 2008; Жекамухов и др., 2008; Лоцинская, 1999; Соболев и др., 1998; Шестапалов и др., 1992; Морозова, 2005). В целом, на микрогеофизических объектах первоначально было отмечено (Дмитриев и др., 1992, с. 119):

> *«Проведенные длительные наблюдения ЭМИ в сейсмическом районе Горного Алтая… выявили наличие корреляционной связи между временем проявления световых явлений и увеличением дисперсии и спектральной плотности ЭМИ [6]. Кроме того, в этот же период наблюдается быстрая смена термобарического поля, поэтому совпадение статистического максимума наблюдений световых явлений и повышения уровня ЭМИ в месячных распределениях не является случайными и независимыми событиями, а имеют общую природу».*

Физика процессов, возникающих в «плоских волноводах», была предметом изучения для многих исследователей. В частности, этому вопросу большое внимание уделял академик Ф.А. Летников (1992, 1998). Так, при исследовании синергетических процессов во взаимодействии сложных геологических систем было отмечено (Летников, 1992, с. 117):

«Над разломами фиксируются проникающие высоко в атмосферу потоки ионизированных частиц, электромагнитные низкочастотные излучения, газовые эманации и инфраволны. В определенных ситуациях суммарный энергоперенос продолжается над зоной разлома и в атмосфере. Возможно, что в случаях повышения солнечной активности и значительного роста энергетического потенциала ионосферы вероятно «короткое замыкание» между полем, генерируемым зоной разлома и ионосферой, во время которого и возникает ЛОА (линейные облачные аномалии – авт.)». (Подчеркнуто нами).

В более поздних работах (например, в 1998, 2003 г.) Летников углубляет и расширяет функциональную основу разломных физических процессов (рис. 5.7), учитывая:

a) воздействие разломов на облачный покров (экранизация прохождения кучевых облаков);
b) генерацию природных светящихся образований;
c) поглощение над полосой активного разлома обратного радиолокационного сигнала;
d) генерацию зон резкоградиентных потенциалов геофизических полей (разуплотнение, глубинная электрогенерация;
e) изменение условных сопротивлений на глубинах (до 21 км) в процессах межгеосферных взаимодействий.

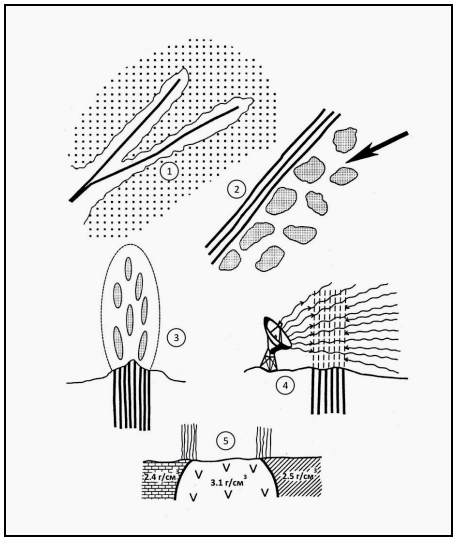


Рис. 5.7. Наиболее типичные проявления аномальных свойств геологическими структурами Земли (Летников, 1998):
1 - размывание облачности над зонами глубинных разломов;
2 - экранирование глубинным разломом прохождения кучевых облаков, стрелкой показано направление ветра;
3 - светящиеся образования над зоной глубинного разлома;
4 - экранирование обратного сигнала радиолокационной станции над зоной глубинного разлома;
5 - резкоградиентные зоны на контактах разнородных геологических тел

Для характеристики физического, материального и энергетического содержания вышеописанного геофизического фактора Летников вводит понятие «стен неизвестной материи над активными глубинными разломами».

Здесь так же, как и в работе Ляхова и Зецера (2008), следует подчеркнуть формулировку «неизвестная материя». Естественно, что в нашей цитированной выше монографии (Дмитриев и др, 2005) этот термин мы модифицировали в формулировку «Х– материя», как материю с огромной энергоемкостью и неисчерпаемыми передаточными свойствами.

На решающую во многих случаях роль активных коровых процессов указывает и Л.И. Морозова (2005, с.3):

> *«Выявляемая облачными аномалиями на оперативных снимках активизация разломов происходит в геологически мгновенный отрезок времени, в течение нескольких минут (время жизни аномалии менее 100 мин.). Возможно ЛОА возникают в максимальной стадии активизации разлома. …*
>
> *В высоко градиентных зонах на границах геологических тел с перепадами гравитационных, магнитных и электромагнитных параметров возникает колебательная система с часовыми, суточными и более длительными периодами смены многих геофизических параметров». (Подчеркнуто нами).*

Продолжая рассмотрение геолого-геофизического функционирования разломов земной коры в процессах межгеосферных взаимодействий, снова обратимся к особенностям объясняющей модели ГЭЦ (Анисимов, Мареев, 2008, с. 11):

> *«Токовый контур ГЭЦ, наряду с плавно стратифицированным по высоте атмосферным участком, включает плазменную ионосферно-магнитосферную и твердотельную магнитосферную оболочки, высокая проводимость которых является необходимым условием функционирования системы. Контур открыт и внешним системам воздействия, среди которых важную роль играют галактические космические лучи, солнечный ветер, межпланетное магнитное поле. Особую роль в цепи играют высокоширотная область, полярная шапка, зоны продольных токов и касп, как районы повышенной активности ионосферно-магнитосферных источников, способных оказывать влияние на электрическое состояние нижней атмосферы». (Подчеркнуто нами).*

То есть токовый контур ГЭЦ является сквозьгеосферой системой, запитывание которой осуществляется на «встречных пучках» (с глубин Земли и высот магнитосферы). Именно токовый контур ГЭЦ ответственен за «внешние» связи нашей планеты и космической средой, гелиосферной и межзвездной (СКЛ, ГКЛ).

Но в связи с возникновением специфики обстановок структурного и энергетического обеспечения грозовых процессов, острым становится вопрос о существовании устойчивых аэроэлектрических структур (АЭлС) в условиях хорошей погоды в приземной атмосфере (Анисимов, Мареев, 2006, с. 104):

«Экспериментально установлены и теоретически исследованы закономерности формирования и эволюции аэроэлектрических структур в условиях хорошей погоды. В результате разнесенных измерений пульсации электрического поля в приземном слое и структурно-временного анализа полученных данных, сделали вывод о существовании последовательности пространственных масштабов аэроэлектрических структур, определяемых природой и механизмами их генерации. При достаточно интенсивной конвекции наблюдаются квазипериодические последовательности структур с характерными масштабами 500–10^3 м и амплитудой порядка 10% от величины статического электрического поля хорошей погоды. В условиях температурной инверсии и тумана зарегистрированы «гигантские» структуры с амплитудой порядка величины статического поля». (Подчеркнуто нами).

Характерна также для АЭлС и их высокая энергоемкость, достигающая $n \cdot 10^9$ эрг (сотни джоулей). Учитывая эти и выше указанные механизмы электрогенерации в слое приземной атмосферы (поступление электрозарядов по разломным системам), вырисовывается сложная картина энергообеспечения грозовых процессов и их пространственно-временная закономерность. Именно эта сложность и задает слабую прогнозируемость гроз и последствий их прохождения. Это следует иметь в виду и по той причине, что все более тревожно и ответственно излагаются регистрируемые факты и процессы в земной коре и газоплазменных оболочках Земли (Касьянова, 2003).

Учащение природных экологических катастроф тесно сопряжено с аномальными изменениями, вытекающими из растущих напряженно-деформированных состояний земной коры. Как показывает картирование существенных катастроф, эти процессы уже захватили всю поверхность Земли. В связи с этим все более настоятельно исследуются и рассматриваются модели и процессы со скрытой и явной периодичностью. Причем в связи с «новым климатом катастроф» возникает необходимость в расширении познавательных парадигм (Дмитриев, 2011) и как отмечает (Касьянова, 2003, с. 312):

«На современном рубеже научных знаний о Земле можно констатировать зарождение новой научной теории развития Земли – пульсационной (чередующегося во времени сжатия и растяжения) с космической первопричиной… Фактор времени, очень часто игнорируемый исследователями, играет одну из главных ролей в развитии всех природных процессов, имеющих, как установлено, волновой характер развития».

При рассмотрении вопросов дрейфов, исчезновения и возникновения региональных и мировых грозовых очагов, неизбежно столкновение с важным вопросом изменения пространственного расположения и активности разломов земной коры. Надо отметить, что вопросы «залечивания и активизации» разломов давно рассматриваются при изучении неотектонических проявлений. В направлении наших интересов, следует также подчеркнуть значимость обнаружения связи солнечной активности не только с грозовой активностью Земли, но и с общей геодинамикой (Касьянова, 2003, с. 312):

«Установлены корреляционные связи аномального развития геодинамических процессов с Солнечной активностью и аномального изменения ротационного режима Земли». (Подчеркнуто нами).

Так все более часто и глубоко обнаруживается «кооперативность» далеко отстоящих по своей природе планетофизических процессов и поэтому (Дмитриев и др., 2005, с. 118):

«…события возникают в основном на территории знчительных энергоемких коллизий тектоносферы и верхней мантии Земли. Эти неоднородности геолого-геофизической среды (разломы, вулканы, очаги напряжений, воронки, вихревые структуры, узлы концентрации энергии и др.) формируют своеобразный район концентрации возможных катастроф, типа «гравиактивных треугольников», «треугольников сейсмоактивности». Именно в зонах таких тектонофизических напряжений с максимальной частотой встречаются: гидросферные, атмосферные, ионосферные аномальные явления, действительная природа которых зачастую остается загадкой».

Именно к такой зоне и относится исследуемый нами регион – Республика Алтай. Как и следовало ожидать, полученные нами результаты изучения лесных пожаров от гроз, возникающих на территории республики, характеризуются довольно широким и неожиданным, по отношению к стандартным равнинным схемам, перечнем причин. В целом эти причины сцеплены в некую комплексную целостность, в которой принимают участие энергоемкие процессы не только геолого-геофизической среды, но и звенья космо-земных взаимодействий. Выявленные звенья межгеосферных процессов весьма существенны. Они собственно и составляют основной сценарий грозопроцессов исследуемой территории и «уходят» в космос, особенно в процессах солнечно-земных взаимосвязей.

Особую трудность в региональном поиске однозначных причинно-следственных связей представляет слабая общая изученность физики грозового процесса. Именно поэтому требуется дальнейший поиск методов расширения репертуара имеющихся сценариев структурного и энергетического обеспечения грозовых разрядов и их многообразий. Отсюда же вытекает и необходимость построения новых подходов для понимания физики экзотических (например, шаровая молния) разрядов и природных самосветящихся образований (Дмитриев, 1998; Дмитриев и др., 2005), и образования особых энергоёмких геологических тел, способных к саморазвитию. Как утверждает академик А.Н.Дмитриевский (Судьбоносные…, с. 708):

«… каждая подсистема и элементы имеют свои энергетические параметры, меняющиеся во времени. Отсюда следует важный вывод, что геосистема в целом в масштабах геологического времени формирует некое обобщенноё энергетическое поле, которое самоорганизуется за счет элементарных энергетических полей подсистем и элементов сложно построенного неоднородного, но единого, целостного геологического тела. Оно саморегулируется и саморазвивается под влиянием постоянно меняющегося во времени энергетического потока.

При увеличении энергетического воздействия формируются энергоактивные зоны Земли». (Подчеркнуто нами).

Подавляющее количество сведений, приводимых в данной главе, собственно и отображают неравновесное состояние и неустойчивость геолого-геофизических систем Алтае-Саянской складчатой области. Эти качества разгона и порождают как многочисленные разломы (рис. 3.2 приложение), так и вертикальные энерго- и вещественные межгеосферные перетоки из литосферных глубин, что дополнительно заверяется обширной аэрокосмической феноменологией, включая и необычные грозопроцессы.

В последующих разделах мы осуществим попытку расширительного описания грозовых процессов как естественных звеньев периодических энергоемких процессов в их эволюционной последовательности на Земле.

5.3. Грозовые явления «нового поколения»

При изучении грозовой активности Республики Алтай, как уже говорилось ранее, мы неоднократно сталкивались с большими трудностями в связи с отсутствием надежных объясняющих моделей физики грозовых процессов (Дмитриев и др., 2002, 2003, 2005, 2006). В последние годы рассмотрение региональных и локальных особенностей грозоактивности в ключе углубленного и расширенного представления геофизических явлений связывается со сценарием Глобальной электрической цепи (ГЭЦ) (Анисимов, Мареев, 2008). Явный неуспех лабораторной физики в объяснении все более энергоёмких и разнообразных грозовых процессов, которые не сводились к сценарию «атмосферного электропробоя», постепенно направил исследователей к поиску «полипричинного» сценария возникновения гроз. В механизмы возникновения и существования гроз начали вовлекаться «внешние воздействия», возникающие в системе Солнце-Земля. Новые объясняющие модели учитывали влияние космических лучей со стороны цепочек солнечно-земных взаимодействий и космо-земных взаимосвязей (Шестопалов, Бенгин и др., 1992; Шестопалов, Колесов и др., 1992). По мере детализации модели ГЭЦ, возникла возможность составления ее энергетического портрета (табл. 5.1) и наполнения ее физическим содержанием.

Характерно, что в содержательной характеристике ГЭЦ все более настойчиво и определенно фигурируют данные о роли глубинной электрогенерации (Баласанян, 1990; Воробьев, 1975). В работах последних лет (обзоры Анисимова и Мареева, 2008; Липеровский и др., 2008) широко обсуждаются и экспериментально подтверждаются факты системного взаимодействия геосфер: литосфера–атмосфера–ионосфера. Относительно решения задач сейсмического прогноза проведена геофизическая ревизия имеющихся на сегодня разновидностей объясняющих моделей:

a) акустико-гравитационной и радоновой стимуляции электрического поля Земли;
b) «резонаторной» с мозаичными (в пространстве и времени) процессами разделения зарядов по поверхности Земли;
c) индукционного и электрокинетического механизмов генерации излучения в верхнее полупространство;
d) «акустико-электрического» механизма возбуждения E_s –генераторов и минитоковых систем в ночной Е-области ионосферы и др.

Но, как делают вывод сами обозреватели (Липеровский и др., 2008, с. 841):

«До настоящего времени не существует общепринятой точки зрения, позволяющей интерпретировать все наблюдения возмущений в ионосфере, возникающие за несколько дней до сильных землетрясений, опираясь на какой-то один механизм, можно предполагать, что реально в природе имеет место совокупность механизмов, определение относительных вкладов этих механизмов – задача дальнейших исследований, и здесь необходимы новые комплексные наблюдения и новые теоретические исследования». (Подчеркнуто нами).

В этом направлении весьма существенной является работа (Бандур и др., 2008), в которой изложена версия о том, что вариации потоков ГКЛ (галактических космических лучей) приводит к вариациям ионизации атмосферы и изменении температуры воздуха на уровне тропопаузы. Данный подход в изучении энергоемких атмосферных процессов значительно расширяет перечень и качество особенностей, способствующих развитию гроз. Так, авторы отмечают (Бандур и др., 2008, с. 248):

«Вариации галактических космических лучей, в том числе и кратковременные, являются важным фактором в формировании облачного покрова и теплового баланса верхних слоев тропосферы.

Уменьшение потока космических лучей во время магнитных бурь в результате форбуш-эффекта приводит к уменьшению температуры воздуха на уровне тропопаузы и увеличению вертикального градиента температуры, что может вызвать изменение характеристик тропических циклонов.

На основании проведенного анализа, изменение характеристик урагана «Катрина» может быть представлено следующим образом:

– в результате уменьшения потока космических лучей в течение 24-26 августа 2005 г. В ходе развития магнитной бури температура на высоте турбопаузы 16 км уменьшилась на 9°С, что привело к усилению конвекции и соответствующему усилению урагана; локальные минимумы на кривой давления в центре урагана отражают минимум на кривой потока космических лучей с запаздыванием ~ 1 сутки;

– пространственный градиент температур, обнаруженный нами по экспериментальным данным, вызвал изменение траектории урагана и его перемещение из Атлантического океана через полуостров Флорида в воды Мексиканского залива;

– перемещение урагана на юг и на запад в более теплые воды Мексиканского залива 27 августа 2005 г., привело к увеличению контраста температур и дальнейшему усилению урагана (давление в центре урагана упало)».

Приведенный нами пример иллюстрирует «богатство возможностей грозовых процессов», обладающих высокой чувствительностью к любым вариациям физических параметров в пространстве занимаемых ими объектов. В ряде работ также начинает заостряться вопрос «о воздействии ненаблюдаемых причин», отмечается и нерешенность (весьма хроническая) вопросов точной регистрации электрических полей внутри облака (Жекамухов и др., 2008, с. 22):

«До сравнительно недавнего времени считалось твердоустановленным, что теплые облака также могут быть электрически активными и в них возникают электрические разряды. Теоретические расчеты Н.С. Шишкина также показывают возможность накопления большого количества грозовых разрядов. Если существование тёплых гроз реально, то в основе генерирования зарядов в них лежат совершенно другие механизмы, которые отличны от рассмотренного нами выше. ...вопросы точности внутриоблачных измерений электрического поля не решены до настоящего времени». (Подчеркнуто нами).

Эта внутриоблачная система поляризации и деполяризации электрических зарядов все более разнообразит и усиливает грозовые разряды. В последнее десятилетие оживились инструментальные подходы регистрации различных стадий атмосферных молний. Но здесь уместны некоторые замечания предварительного характера (Дмитриев и др., 2005, с.135):

«О том, что торнадо аномальное явление, знают, чуть ли не все, включая и специалистов и обыкновенных людей. О том, что «простые» грозы – аномальные явления знают только специалисты.

...(Фейнман, Лейтон, Хэндс, 1996, с. 179): «Нет никакой возможности точно описать, как «происходит гроза», мы пока мало об этом знаем».

...в одном из университетских учебников «Климатология» (1989 г.) авторы сумели ни единым словом не обмолвиться о грозе и молнии». (Подчеркнуто нами).

Мы не думаем, что хроническое отставание в изучении физики грозовых процессов произошло случайно.

Как постепенно и трудоемко выясняется, грозовые процессы по своей значимости и природе являются точкой роста нового познавательного процесса, поскольку эти процессы по существу своему являются террокосмическими, т.е. структурные и энергетические слагаемые их возникновения, существования и исчезновения имеют космо-земной генезис (Дмитриев, 1988, 1998).

С учетом этого направления, изложим экспериментальный материал грозорегистрационного характера «нового поколения» (Вильданова, 2009; Вильданова и др., 2007; Вильданова и др., 2001). Исследовались и применялись результаты непрерывной регистрации грозовых процессов широкоразнесенными детекторами на высотах от 3300 м до 4000 м в глубине грозового облака на Тянь-Шаньской высокогорной станции. Несомненная ценность этой системы регистрации грозовых процессов состоит в комплексности измерительных синхронных процедур и внушительной базы 1–2 км по горизонтали и до 600 м по высоте. При

работе измерительной системы были выявлены новые показатели, сопровождающие грозовые процессы (Вильданова, 2009, с. 20):

> *«4. Обнаружены пространственная корреляция кратковременных вспышек излучения с присутствием электрически заряженных облаков в области расположения экспериментальной установки. Обнаружена временная корреляция кратковременных вспышек с моментами электрических разрядов (молний) внутри грозовых облаков и моментами прохождения ШАЛ*[11] *через область с высокой напряженностью электрического поля внутри облаков.*
>
> *5. Показано, что кратковременные вспышки излучения различаются по своей феноменологии между событиями, регистрируемыми при молниевых электрических разрядах и событиями от триггера ШАЛ. В первом случае мы имеем дело со сравнительно продолжительными по времени (десятки и сотни мс) возрастаниями, обусловленными мягким гамма-измерениями с энергией в десятки кэВ, сопровождающимися более короткими (~ 1 мс) всплесками жесткого (сотни кэВ) излучения в своей начальной стадии. Вспышки мягкого излучения при электрических разрядах наблюдаются лишь внутри самого грозового облака. Пространственный размер области вспышки составляет порядка сотни метров. Как правило, вспышки привязаны к моменту триггера: максимум интенсивности вспышки и период излучения наиболее энергичных гамма-квантов, совпадают с моментом электрического разряда. В ряде случаев имеет место высокая временная корреляция гамма-излучения с радиоизлучением, регистрируемым радиоантеннами в диапазоне частот 0,1–30 МГц». (Подчеркнуто нами).*

Приведенная выдержка из работы Вильдановой убедительно иллюстрирует сложность причин и следствий грозовых процессов, сопровождающихся богатейшей феноменологией в плане разнообразных импульсных энергоемких излучений.

Рассматривая редкие, но учащающиеся со временем эпизоды проявления аномальных гроз, рассмотрим грозу, зарегистрированную в Японии. Эта гроза - значительная подсказка в плане ожидаемых грозовых перспектив. Она произошла и зарегистрирована 20 сентября 2008 г. на горе Нокинура на высоте 2770 м (Остров Хонсю; arhiv:0906.0781) исследовательским центром RIKEN.

Под руководством Харафуми Цутии, лабораторный коллектив Центра зарегистрировал эпизод грозового процесса, сгенерировавшего длительные вспышки рентгеновского и гамма-излучения. Длительные вспышки, в отличие от кратковременных импульсных и синхронных молниевому разряду (Вильданова, 2009), могут длиться до нескольких минут. При этом длительные рентгеновские вспышки и γ-излучения зачастую как бы не синхронизированы с наблюдаемыми молниевыми разрядами, но проявляются при прохождении сильных гроз.

В регистрационном комплексе высокогорной лаборатории были возможности фильтрации жестких фотонов и энергоемких корпускул (видимо электронов) и оценки энергии по отдельности. В течение 90 секунд отмечался быстрый рост с последующим резким падением обоих потоков. Неожиданным оказался факт отсутствия регистрации молний вспышечной активности в оптическом диапазоне. Не были также отмечены и скачки напряженности ат-

[11] ШАЛ – широкие атмосферные ливни.

мосферного электрического поля специальными атмосферными электрометрами. В предположениях Х. Цутии, дифференциация фотонов и электронов соответствует модели Гуревича–Милиха–Русела–Дюпре (пробои на убегающих электронах). В плане полноты объясняющей модели («убегающих электронов») имеются трудные места, а именно – в данном месте и в данное время «должен появиться» заряд с энергией 10^{16} эВ, т.е. космическая частица. Кстати, с затянувшимся периодом солнечного минимума, вопреки всем ожиданиям перестал работать и Форбуш-эффект.

Касаясь роли Форбуш-эффекта в процессах глобального молниеобразования, необходимо отметить вычислительно-наблюдательный результат (Белоглазов, Ахметов, 2010) для 2001 года (с минимумом ГКЛ) и 2007 г. (максимум ГКЛ) по «Шумановскому резонансу-I» на Кольском полуострове в обсерватории «Ловозеро». В качестве одного из основных выводов имеется следующая формулировка (Белоглазов, Ахметов, 2010, с. 816):

> *«Результаты выполненного исследования и анализ опубликованного материала дают основание утверждать, что увеличение интенсивности ГКЛ ведет к учащению молний, но при этом одновременно растет вероятность снижения мощности каждой из них за счет «досрочного срыва» процессов разделения и накопления зарядов в грозовом облаке; наоборот, уменьшение интенсивности ГКЛ понижает частоту молний и одновременно увеличивает вероятность накопления грозовым облаком большей энергии и повышения мощности молний до максимально возможных величин».*

Обнаруженный факт представляется весьма существенным и для рассмотрения режима грозовой активности Республики Алтай, для которого была выявлена различная реакция на вариацию потока ГКЛ и изменение геомагнитной активности во время вспышек на Солнце.

Поэтому физическая интерпретация зависимости частоты встречаемости молниевых разрядов от интенсивности ГКЛ сильно упрощена. Модель «досрочного срыва» накопившихся зарядов в грозовом облаке сильно обедняет и причинный ряд и саму феноменологию, особенно в случае возникновения «грозовых реакторов», в которых число разрядов в минуту достигает 300 и более (Дмитриев и др, 2005). В случае скоростно-разрядых прохождений грозовых процессов устоявшаяся модель молниевых разрядов в целом перестает работать. Поэтому факт функциональной роли ГКЛ в глобальной системе генерации молниевых разрядов следует признать, но объясняющая модель подлежит разработке.

По совершенно не ясным причинам, в развертывании 24-го Солнечного цикла совпали минимум Солнечной активности и минимум потоков галактических лучей. Тем не менее, приземные генерации гроз, с их повышающейся ролью в плане порождения рентгеновского и гамма-излучения, продолжают развиваться, и только отсутствие современных регистрационных пунктов (в том числе и в Горном Алтае) позволяет нам считать «что ничего особенного не происходит». В этом отношении мы сталкиваемся с хронической недооценкой изучения грозовых процессов (Дмитриев и др., 2006, с. 37):

«Таким образом, отставание научных представлений о физике гроз в настоящее время перерастает в комплексную наукоемкую проблему, решение которой выходит далеко за устоявшиеся нормы понимания грозовых процессов и их планетофизических ролей».

Вместе с ростом энергии и разнообразием грозовых разрядов все чаще возникает вопрос газогенерации гамма-излучения (Бабич и др., 2008, с. 821):

«В согласии с результатами анализа данных наблюдений из наших расчетов следует, что за атмосферные вспышки гамма-излучения TGF отвечают довольно распространенные конфигурации грозовых облаков и разряды молнии, приводящие к небольшим вариациям вертикальной составляющей, дипольного момента облака ΔM. Корреляция TGF с высотными оптическими явлениями типа Red Sprites, связанными с большими вариациями ΔM (~500 Кл/км), отсутствует».

Все, видимо, так, но все же не ясен физический смысл возникновения небольших вариаций дипольного момента облака в каждом конкретном случае грозовых λ-всплесков.

5.4. Феноменология Молниебойного хребтика

Информационная обеспеченность по проблеме межгеосферных взаимодействий позволяет осуществить переход к анализу сведений по конкретным процессам, возникающим на территории Республики Алтай. Исследуемые взаимодействия реализуются сложной системой электромагнитных вариаций и вещественных эмиссий геосфер. Одним из примеров таких взаимодействий является «Молниебойный хребтик» на территории земель села Верхний Уймон Усть-Коксинского района (Дмитриев, 1998; Дмитриев и др, 2005; Дмитриев, Гвоздарев, 2009; Дмитриев, 2011; Дмитриев и др., 1992).

Исследовательский «полигон Республика Алтай» в плане изучения Природных самосветящихся образований (ПСО) представляет собой очень разнообразную и энергоёмкую геолого-геофизическую среду. Этот факт, как нам представляется, довольно обстоятельно изложен в предыдущих главах. В данном разделе мы представим ряд результатов касающихся характеристик особого микрогеофизического объекта – Молниебойного хребтика.

Этот хребтик жители называют также «Горелый гребень». То есть в самом названии объекта отражены его основные особенности: и молниебойность, и пожароопасность. Еще в 1977 году в конце июля, выполняя плановые работы в составе комплексного отряда «Прогнозный», один из авторов (А.Н. Дмитриев) зарегистрировал теодолитной фиксацией вздымающийся с промежуточной вершинки Молниебойного хребтика интенсивно светящийся шар. Наблюдение длилось не более двух минут – шар приподнялся над поверхностью земли и медленно переместился севернее на соседнюю, более низкую вершинку этого же хребтика. Через 2-3 сек. шар погрузился в эту вершинку, но тут же «всплыл» в виде двух шаров мень-

шего диаметра, которые направились в то же место, откуда вылетел шар большого диаметра (теодолитные фиксации угловых замеров позволили приблизительно определить диаметр, который оказался около 8 метров). Подлетевши к основной вершинке, шары снизились и тут же погасли. Событие произошло ночью после очень сильной грозы с дождём, который сопровождался превышением γ-активности над фоновыми значениями в 6 раз (в программе исследований содержался пункт «Мониторинг радиоактивности дождей»).

Подъем на хребтик с геофизической аппаратурой (ММП-303, М-27, СРП и др.), на место возникновения и релаксации ПСО, и последующая магнитометрическая съёмка, замеры электрических полей, радиометрическая съёмка позволили сразу же выявить площадь и конфигурацию «микрогеофизического объекта». В частности, фиксировались значительные высокоградиентные аномалии магнитного и электрического полей, высокий радиационный фон приземной атмосферы γ- и β- активности на уровнях от 0 м до 2 м по высоте. В последующем были разработаны программы и методики геофизических опросов таких участков. В частности, была разработана и применена 3-х мерная магнитометрическая съёмка – замеры на почве и до 3 м в высоту. Таким способом удалось зарегистрировать невидимые глазу и не ощутимые долговременно существующие «магнитные диполи» (0,5–1 м над почвенным покровом). Ежегодные полевые работы дали обильный фактологический материал, который постепенно публиковался (Дмитриев, и др., 1989; Дмитриев, Скавинский, 1989; Дмитриев и др., 1992).

На этом же этапе работы были выявлены и зафиксированы участки локализации вариаций напряженности магнитного поля большой амплитуды – до 2000 нТл (за пятичасовой интервал времени). Уже к 1992-му году был обнаружен необычный характер распределения магнитного поля. На объекте было выявлено, что максимумы и минимумы индукции поля, неожиданно для нас, четко распределялись над почвенным покровом. Работы последующих этапов с 1993 г. по 2009 г. освещались более оперативно (Дмитриев, 1998; Дмитриев, Дятлов, 1995; Лаврентьев и др., 2004; Дмитриев и др, 2005; Дмитриев, Гвоздарев, 2009). Подчеркнем, что исследуемый нами участок входит в состав геоактивной тектонической зоны, проявляющей результаты динамического взаимодействия Бащелак-Теректинской и Катунской хребтовой динамопары (Дмитриев, Буслов, 1989). Сгущение разломной сети на данной территории и широкое развитие метаморфических пород (с признаками стресс-метаморфизма), а также непрерывная активность глубинных разломов, заверяемая регистрацией ураганных выплесков водорода, гелия, атомарной ртути по плоскостям разломов (Дмитриев и др., 1992) явно свидетельствуют о геоактивности данного участка геолого-геофизической среды.

К началу 90-х годов довольно много доводов накопилось в плане наличия глубинной электрогенерации на территории Усть-Коксинского района. В связи с этим потребовалось магнитотеллурическое зондирование под «Горелым хребтиком». В отношении необычных событий на нем слагались целые легенды. Хребтик функционировал в качестве своеобразного «молниевого магнита». По мере его изучения было обнаружено более десятка следов «молниевых расплавов» горных пород, характеризующихся точечной инверсией магнитного поля, микротрещинами веерного типа (от места удара молнии) и другими признаками стресс-метаморфизма точечного характера. Кроме того, были получены многочисленные и довольно надежные регистрации некоторых свойств ПСО, которые не вкладывались в стандартные объяснительные модели лабораторной физики.

Магнито-теллурическое зондирование на данном участке было проведено под руководством и с участием д.т.н. В.В. Кузнецова (заведующего Комплексной геофизической обсерваторией Института геологии и геофизики СО РАН СССР, с. Ключи). Мы благодарим В.В. Кузнецова за предоставленные результаты зондирования. В первом же экспериментальном опыте в 1990 году был получен надежный результат, подтвердивший наши предположения, о чем кратко будет сказано далее. В целом к началу 90-х годов было ясно, что Молниебойный хребтик представляет собой особый предмет геофизического изучения. Также было ясно, что интерпретация получаемых результатов представляет собой задачу еще более высокой сложности, чем само зондирование.

В соответствии с возможностями и требованиями метода магнитотеллурического зондирования (МТЗ) нами был осуществлен выбор конкретных участков геофизичесого опроса (Дмитриев и др., 1992). При выборе места работы руководствовались следующими положениями:

– заложение участков зондирования должно располагаться и не выходить за пределы исследуемой территории республики;

– необходимое зондирование следует осуществлять в энергоактивных и для контраста в энергопассивых участках зоны;

– участки зондирования должны локализоваться в существенно различно ориентированных геоструктурных единицах верхней литосферы.

В качестве показателей энергоактивности района принимались густота разломной сети и частота встречаемости геофизически интерпретируемых светящихся образований (ПСО). В структурном отношении руководствовались широтно-меридиональным признаком ориентации основных хребтовых структур. На основании сформулированных требований и положений были выбраны Турочакский и Усть-Коксинский районы исследований. Отметим что для

первого района характерно меридиональное заложение хребтов, а для Усть-Коксинского – широтное (см. схему разломов, рис. 3.2 приложение и 5.3). Коротко охарактеризуем результаты повторного МТЗ по заданной программе.

Эксперимент по МТЗ, проводившийся с 7 по 20 августа 1991 г.[12], был проведен начат в Турочакском районе, вблизи сейсмостанции Института геологии и геофизики СО АН СССР у с. Артыбаш. Точка зондирования была выбрана на берегу Телецкого озера в 300 м от крутого вздымания Хребтового отрога. В районе Артыбаша, несмотря на большую наблюдательную возможность за несколько лет, было собрано всего не более двух десятков свидетельств о приземных и высоких свечениях. То есть не обнаруживалась специфика по проявлению глубинной электрогенерации в верхнем полупространстве (или малая активность ПСО), и поэтому данное место принималось как «точка в энергопассивном участке». Второй участок опроса был заложен в Усть-Коксинском районе, с. Верх-Уймон (в 6 км вверх по реке Оккол, бывшая «заимка Давыдкина»). В этом районе и локализуется «Молниебойный хребтик», на котором в 1977 г. был обнаружен и изучен участок с высокоаномальным поведением геофизических полей (Дмитриев и др., 1989; Дмитриев и др., 1992).

Расположение аппаратуры относительно ближайших возвышенностей для МТЗ в Турочакском и Усть-Коксинском районах было примерно одинаковым, одинаковым был и почвенный покров и прилежащий березняк. Характерно также, что точки зондирования в обеих случаях располагались вблизи глубинных разломов. Как для МТЗ у Артыбаша, так и для Верх-Уймона приборная чувствительность каналов для магнитного поля составляла – 4.7 нТл, что эквивалентно отклонению луча на осциллографе 160 мм, при полном «размахе» ленты в 200 мм. Для электрического канала чувствительность составила 4 мВ (что на ленте соответствует 84 мм).

Отметим, что кривые полученных вариаций подвергались ручной обработке, было отобрано по 10-12 значений магнитных и электрических каналов. Обработка полученных результатов проводилась с учетом образца магнитотеллурограммы на контрольном пункте (КП) у д.Озерки (Новосибирская обл.), который входил в состав Геофизической обсерватории ИГиГ СО АН.

Средние значения периодов КПК-колебаний для обоих изученных участков территории республики совпадают. И в том, и в другом случае они равны примерно 27-28 сек. Величина северной компоненты магнитного поля для Артыбаша равна D=0.4 нТ, для Молниебойного хребтика D=0.34 нТ. Восточная компонента электрического поля: в первом случае

[12] Напомним, что завершение МТЗ на «Молниебойном хребтике» и в 1990 и в 1991 гг. было одинаковым, «как под копирку»: полное выведение регистрирующей электронной системы из рабочего состояния мощными грозами с «грозовыми реакторами».

E_2=0,75 мВ, во втором – E_2=0,27 мВ. Разность фаз между колебаниями электрического поля и магнитного в первом случае составляет 5.5 с. Что примерно соответствует 70°, во втором случае сдвига фазы между колебаниями практически не наблюдается.

Величины кажущегося удельного сопротивления, оцененные по формуле $\rho T = 0.2T|Z_n|2$. (T– период вариации в сек., Z_n– импеданс (= $E_2/2$) в мВ/км нТ) оказываются заметно различными для этих районов: ρT = 1965 Ом/м – в районе Телецкого озера и ρT = 346 Ом/м – в районе Катунского хребта. То есть удельное сопротивление для района Артыбаша в 5.7 раз превышает сопротивление для Верх-Уймона.

Зная величину кажущегося сопротивления и период колебаний КПК, можно оценить связанную с этими параметрами глубину проникновения магнитотеллурического поля. Выбранный период вариаций составляет примерно 0.5 мин, и по оценённой величине кажущегося сопротивления (0.35-2) 10^3 Ом/м порядок глубин проникновения вариаций составляет 30-100 км.

На Молниебойном хребтике регистрировались двухполярные импульсы, как на магнитных, так и на электрических каналах. Они появлялись после полудня и поздно вечером и следовали с периодичностью от 2-3 до 10 в течение минуты. Электрический канал оказался чувствительнее для импульсов, чем магнитный. На магнитном канале регистрировались импульсы, обладающие высокой интенсивностью. Для сравнения отметим, такие импульсы ни разу не отмечались на записях сигналов в точке наблюдения у Телецкого озера.

Были проведены измерения электрических и электромагнитных параметров в двух районах с разной степенью сейсмичности, различающихся по частоте встречаемости наблюдений аэрономических явлений (свечений). Предполагалось, что в том месте, где происходят часто свечения, должны быть отличные (от другой точки наблюдения) электрические характеристики горных пород на глубинах до 30 км. Тогда, если в каком-то участке в глубине Земли происходит электрогенерация, то кажущееся сопротивление здесь должно быть меньше, чем в другом, где этого не происходит. Кроме этого, в той точке, где имеет место электрогенерация, возможно наблюдение ОНЧ ЭМИ, в том числе и импульсов (Бердичевский, 1968; Кузнецов, 1990).

В пользу того, что обнаруженное нами явление несовпадения кажущегося сопротивления в районе Катунского хребта и в районе Телецкого озера, говорит и тот факт, что в случае меньшего сопротивления (Молниебойный хребтик) разность фаз между электрической модой и магнитной практически была равна нулю. Из работы (Бердичевский, 1968) следует, что породы низкого сопротивления уменьшают, а породы высокого сопротивления «увеличивают значения» (под Df понимается $Df=f_E - f_D$). Правда, с другой стороны **«пласты с пони-**

женным сопротивлением проявляются … увеличением фазового сдвига» (Ваньян, Бутаковская, 1980).

Таким образом, если следовать сформулированным предположениям, то обнаруженная нами особенность в определении кажущегося сопротивления и регистрации импульсов находятся в качественном согласии с замеченной особенностью района Катунского хребта (Дмитриев и др., 1989), с учетом предположения, что они имеют внутреннюю, эндогенную причину, а не являются техногенным воздействием. Однако утверждать подобное заключение в настоящее время, по-видимому, пока преждевременно. Есть сомнения относительно того, что мы могли попасть в область геоэлектрического разреза, в котором в зависимости от его типа («холодный» он, «промежуточный» или «горячий»), кажущееся сопротивление на глубинах 30-70 км меняется на порядок-полтора (Ваньян и др., 1984). Кроме того, уже высказывалось опасение, что обнаруженные импульсы могут быть и не глубинного происхождения. Ясно одно, что обнаруженная особенность требует проведения дополнительных исследований, как одной из внутренних задач геофизики.

С другой стороны, если представить, что действительно обнаружено интересное природное явление, то его суть могла бы состоять в следующем. Представим себе, что оба района Алтая тектонически напряжены, но в одном – напряжения разряжаются через сейсмический сброс упругой энергии, а в другом – через электрогенерацию и последующее переизлучение в верхнее полупространство (ПСО). Возможно, что оба эти процесса взаимосвязаны, но в одних районах территории Республики Алтай нет условий для развития процесса электрогенерации и, главное, нет механизма по сбыту результатов его энергоёмкой деятельности на поверхность Земли. В других, наоборот, каким-то образом тормозятся процессы электрогенерации, но формируется мощная упругая ударная волна. В ключе высказанных предположений значительный интерес представляло бы измерение величины вариаций атмосферного электрического поля (АЭП).

Данный измерительный эксперимент можно (и, по-видимому, должно) рассматривать как первый шаг в направлении исследования в области локальных электромагнитных процессов, как возможных предвестников землетрясений.

Как следует из обзора литературы по этой проблеме, ей уделено значительное внимание. Однако, можно заметить, что общим для большинства работ является то, что в них практически не отражена связь между рассматриваемыми процессами – предполагаемыми ПСО, как предвестниками и процессами, происходящими в очаге землетрясения. В качестве примера, иллюстрирующего сказанное, сошлемся на то, что авторы, не подвергая сомнению сейсмоионосферный эффект, высказывают принципиально различные точки зрения на способ передачи возмущения от твердой среды к ионосфере – акустические поля, либо электри-

ческие поля. Точно так же нет единого мнения относительно ЭМИ ОНЧ - выходит оно с больших глубин, или образуется на земной поверхности, и так далее. Нет ясности и с физикой процессов магнитных предвестников. Мы уже ссылались на работу (Оганесян, 1990), в которой и не предполагается связи между моделью очага и электромагнитными предвестниками. Возможно, ударно-волновая модель очага землетрясения (Кузнецов, 1990) окажется перспективной в плане исследований электромагнитных процессов, связанных с землетрясением, а также и с возможными предвестниками энергоактивности.

По результатам проведённых экспериментальных работ можно сделать ряд предварительных выводов.

1. Возможно, мы встретили некоторое новое явление, скорее форму его проявления, выразившуюся в уменьшении сопротивления, разности фаз и генерации импульсов.
2. Возможно, что располагая вынесенной сейсмостанцией для регистрации микросейсм, а также ОНЧ приемник, мы могли бы больше сказать о природе обнаруженных нами импульсов.

Сформулируем предложения дальнейших исследований. Оговоримся сразу, что реализация этих предложений находится в прямой зависимости от объемов финансирования будущих исследований, которые с момента экспериментов (1990-1991 гг.) претерпели фундаментальные преобразования не в лучшую сторону.

Представляется целесообразным провести магнитотеллурическое зондирование по профилю с. Артыбаш – с. Усть-Кокса (200 км) с 4-5-ю промежуточными точками, а также полезно было бы провести МТЗ в районе с. Верх-Уймон на различных КПК-частотах. Там же осуществить одновременный мониторинг ОНЧ, сейсмического шума, вертикального теллурического зондирования. Необходимо было бы также установить комплекс, аналогичный предыдущему, и в зоне возможного землетрясения, например, на сейсмостанции в Усть-Кане.

Энергоактивная зона Республика Алтай, согласно результатам проведённых исследований, представляет собой регион особого геолого-геофизического значения, в котором обнаруживаются районы, площади и микрогеофизические аномальные объекты, характеризуемые высокой интенсивностью вариаций геофизических полей, далеко выходящих за фоновые состояния показателей геолого-геофизической среды. Поэтому исследование качества процессов в нижнем полупространстве на территории республики может обеспечить выявление совершенно необычных электромагнитных систем (в том числе и вихревого характера), с которыми могут сочетаться совершенно новые, ранее ускользавшие от внимания геофизиков процессы и феномены в верхнем полупространстве.

5.5. Интерпретация результатов исследований Молниебойного хребтика

Обнаруженная и частично измеренная совокупность необычных природных явлений представляла собой огромную интерпретационную трудность, поскольку не вмещалась в объясняющие модели ни геофизики, ни физики. Но эта трудность возникала не только в связи с природными свойствами феноменов, но может даже в большей степени из-за принятых и господствующих стандартов в самой науке. Как отмечает Ромашев (2008, с. 719):

> *«С расширением масштабов исследований по мере их проникновения в микромир и на галактические просторы наличие общемировых связей в природе становилось все очевиднее. Закономерности, установленные в ограниченных природных областях, стали обнаруживать некоторую несовместимость между собой, отсутствие универсальности. Это проявилось в виде явных нарушений уже установленных законов: люди наблюдают феномены, которые устойчиво повторяются, но не находят объяснения в рамках известных науке представлений». (Подчеркнуто нами).*

Инженерная физика, добившаяся неоспоримых результатов в технике, превратилась в административный контроль научных результатов. По существу своему отрицаются все природные явления, не проясненные «лабораторной физикой». Тем не менее долговременное геофизическое функционирование природной феноменологии на Молниебойном хребтике позволило собрать надежный наблюдательный и измерительный материал. По мере возрастания объема информации оказалось возможным перейти к попыткам создания объяснительной физической модели, основывающейся на фундаментальных уравнениях макрокосмической физики. Эти попытки производились особенно регулярно и ответственно с начала 90-х годов XX-го века. К указанному времени был накоплен большой информационный массив научных результатов при решении общих задач по проблеме «Необычные явления в атмосфере и ближнем космосе» (Дмитриев и др., 1992). Регулярные попытки интерпретации этих явлений привели к формированию физико-математической модели неоднородного физического вакуума (Дмитриев, Дятлов, 1995; Дятлов, 1998; Дмитриев и др., 2005). В настоящее время особое значение приобрело исследование зон релаксации ПСО, так как в этих точках возможна проверка эфиродоменной модели.

В 2004-2005, а также в 2008 г. нами проводились повторные измерения на Молниебойном хребтике. Магнитная съемка (квантовый магнетометр ММП-303) по сетке 1м на 1м позволила уточнить положение резко выраженных магнитных аномалий на исследуемой площади в данное время. Надо отметить, что при сохранении общей площади и конфигурации поля магнитных аномалий было обнаружено необычно большое усиление некоторых из её участков. Так, приведенные в ранних публикациях (Дмитриев и др., 1992), максимальные

значения аномального поля составляют 8 мкТл и –3 мкТл при площадной съемке и +9 мкТл и –6 мкТл при повысотной. В измерениях 2004-05 гг. были зарегистрированы максимальные значения 25 мкТл и –18 мкТл при площадной съемке. А с использованием же всего массива измерительных данных напряженность магнитного поля увеличивается до 38 мкТл в максимуме и –22 мкТл в минимуме. Уже само столь значительное усиление поля невозможно объяснить в рамках стандартных представлений. Необходимо отметить, что неравномерный рост регистрационных значений наблюдался и раньше, еще в 80-х годах XX-го века (Дмитриев, Скавинский, 1988).

Далее в участках наиболее интенсивной напряженности поля в аномалии по более мелкой измерительной сетке (с шагом 1м по горизонтали и 0.2 м по вертикали) проводились и повысотные измерения магнитного поля, результаты которых показаны на рис. 5.9 (приложение). Как видно из рисунка, на уровне земли многочисленными магнитометрическими измерениями вскрывается длительное (с 1977 г.) существование двухполюсной структуры, магнитная ось которой повернута примерно вдоль меридиана. Однако уже на высоте 20 см распределение направленности поля осложняется появлением еще одного минимума поля (36274 нТл) в точке с координатами (0,-6). Вертикальное меридиональное сечение через эту точку представлено на верхнем изображении. При дальнейшем подъеме на высоте 60 см в точке с координатами (1,-5) возникает максимум (89412 нТл). Сечение через него также показано на рис. 4.9 (приложение). При этом хорошо заметна область относительно однородного поля, находящегося под максимумом. Кроме западной зоны надземных экстремумов напряженности поля, наблюдается также и слабо проявленная восточная зона с максимумом в точке (4,-6). Совокупность наблюдательных и измерительных данных, полученных на Молниебойном хребтике, потребовала физической интерпретации ежегодного возникновения очагов лесных пожаров на нем (по словам местных жителей, «сколько помним, все горит»).

Опыт интерпретации результатов изучения хребтика в рамках разработанной модели неоднородного физического вакуума проводится с целью наметить хотя бы общие контуры в подходах научного исследования растущего количества аномальных явлений в нашей Среде обитания и обнаруживающее некоторое «тождество» причин (Ромашев, 2008, с. 723):

> *«Необходимо выяснить истоки всех вертикальных взаимодействий: возможности существования общеприродной активной среды, её физической сущности и общего механизма действия».*

Необычные свойства описанных аномалий (локализация экстремумов в воздухе, соседство зон довольно однородного и высокоградиентного поля, высокоамплитудные магнитные вариации, реакция поля на психологическое состояние присутствующих людей) довольно трудно объяснить в рамках стандартных представлений лабораторной и

инженерной физики. В данном разделе интерпретация этих результатов проводится, основываясь на модели модифицированного физического вакуума (Дмитриев, Дятлов, 1995; Дмитриев, 1998; Дятлов, 1998; Дмитриев и др., 2005).

Физический вакуум в ней рассматривается как поляризационная среда, причем электромагнитное поле описывается на основе уравнений Максвелла, а гравитационное – на основе аналогичных им уравнений Хевисайда. При этом вводится гравитационный аналог магнитного поля – спиновое поле, и по аналогии с электромагнитной индукцией вводится грависпиновая индукция, являющаяся источником вихревых гравитационных полей. Необходимо подчеркнуть, что наличие гравитационных вихревых полей в природе в настоящее время подтверждено неоднократными реальными измерениями, чем и обосновано такое описание гравитации (например, Крылов, Соболев, 1994). Ключевой особенностью модели является представление о неоднородности свойств пространства. В разрабатываемой модели вводится понятие вакуумного домена (ВД) – пространственной отдельности, в которой локально осуществляется связь электрических и гравитационных поляризаций, а также связь спиновых и магнитных индукций (**характеристики этих связей ε_1, μ_1 не равны нулю внутри домена и принимают нулевые значения вне него)**.

Вещественные уравнения для магнитной $\mathbf{B}$ и спиновой индукции $\mathbf{B}_S$ внутри ВД записываются в виде (уравнений Дятлова)

$$\mathbf{B} = \mu\mu_0\mathbf{H} + \mu_1\mathbf{H}_S \; ; \qquad (1)$$

$$\mathbf{B}_S = \mu_S\mu_{0S}\mathbf{H}_S + \mu_1\mathbf{H} , \qquad (2)$$

где $\mathbf{H}, \mathbf{H}_S$ - напряженности магнитного и спинового полей соответственно, μ, μ_S - магнитная и спиновая проницаемости вещества, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\, Гн/м$ - магнитная постоянная, $\mu_{0S} = 4\pi G/c^2 = 0.9329 \cdot 10^{-26}\, м/кг$ - спиновая постоянная, G=6.672·10^{-11} м^3/(кг·с^2) – гравитационная постоянная.

В модели показано, что в полях Земли вакуумный домен должен приобретать заметную намагниченность, зависящую от степени модификации вакуума (Дятлов, 1998).

$$\mathbf{M}_M = \frac{a_\mu}{\eta_0\left(1 - a_\mu^2/9\right)}\mathbf{H}_{0S} - \frac{a_\mu^2}{3\left(1 - a_\mu^2/9\right)}\mathbf{H}_0 \; ; \qquad (3)$$

где $\mathbf{H}_0$, $\mathbf{H}_{0S}$ - однородные магнитное и спиновое поля вне отдельного шара-ВД. Тогда, соответственно имеем: $a_\mu = \mu_1\left(\mu_0\mu_{0S}\right)^{-1/2}$ - **степень модификации вакуума** (эта величина показывает, какая доля диполей в вакууме имеет перекрестные связи). Расчет поля вблизи ВД ве-

дется по стандартным формулам для намагниченного шара (Дмитриев и др, 2005; Лаврентьев и др., 2004).

При расчете магнитного поля ВД в полях Земли возникает сложная задача определения спинового поля Земли. Следует подчеркнуть, что измерений этого поля инструментально не проводилось, ввиду малости его силового действия, поэтому спиновое поле может быть определено только расчетным путем. Если иметь в виду аналогию уравнений гравидинамики Хевисайда и электродинамики Максвелла, то формулы теории Хевисайда можно получить из формул теории электрического и магнитного поля, заменяя в них плотности зарядов и токов на плотности гравитационных зарядов (масс) и токов с переменой знака. В данном случае для расчета спинового поля планеты можно использовать решение задачи о вращающемся заряженном шаре в электродинамике. Исходя из этой аналогии, спиновое поле на поверхности планеты в естественных координатах ($\mathbf{e}_x$ направлен на север, $\mathbf{e}_y$ на восток, $\mathbf{e}_z$ – к центру планеты) можно записать так (Дмитриев и др., 2005; Лаврентьев и др., 2004; Крылов, Соболев, 1994):

$$H_{0Sx} = \frac{M\omega}{4\pi R}\left(\frac{k}{2}\cos\alpha + \cos^3\alpha\right) \tag{4}$$

$$H_{0Sy} = 0 \tag{5}$$

$$H_{0Sz} = -\frac{M\omega}{4\pi R}\cdot k\cos^2\alpha\sin\alpha \tag{6}$$

где α - широта, r – расстояние между центром масс и точкой наблюдения поля, ω – угловая скорость вращения Земли, M, R – ее масса и радиус. Коэффициент k позволяет учесть неоднородность распределения плотности внутри планеты, k=0.4 в случае однородного шара, для Земли k=0.3315. Как следует из формулы (6), спиновое поле планеты осесимметрично, поэтому восточной компоненты не имеет. Также видно, что на экваторе (при α=0) поле направлено на север, а на полюсе ($\alpha=\pm\pi/2$) его напряженность зануляется, причем в северном полушарии оно направлено от поверхности Земли, а в южном – к ней.

Используя соотношения (6) и (4)-(5), было рассчитано распределение поля в вертикальной плоскости на некотором расстоянии от ВД для условий территории республики (широта 50º, магнитное склонение 7º, магнитное наклонение 70º, индукция магнитного поля 60 мкТл). На рисунке 5.10 показано одно из таких распределений.

Из рисунка видно, что в горизонтальной плоскости над ВД формируется двухполюсная картина распределения поля, ось которой сориентирована вдоль меридиана. Поле внутри однородно, при этом рядом с ним формируются довольно небольшие участка, в которых поле может даже превышать внутреннее. Поле ВД с отрицательной степенью модификации

напоминает поле в западной зоне надземных экстремумов: также наблюдается область однородного поля внутри ВД, резкое усиление (ослабление) поля на границах ВД. Между тем, поле внутри ВД в данном случае не возрастает, как наблюдалось нами, а ослабляется – таким образом, полного соответствия с моделью нет, что является дополнительным стимулом в дальнейшей проверке и развитии самой модели.

В рамках этой модели природные самосветящиеся образования (ПСО) рассматриваются как некие пространственные отдельности – «вакуумные домены». В этих пространственных отдельностях между собой связаны: электрическая и гравитационная,
а также магнитная и спиновая поляризации (Дятлов, 1998; Дмитриев, Гвоздарев, 2009). Сила этой связи характеризуется степенями модификации a_ε и a_μ соответственно. Модель позволила описать основные свойства природных самосветящихся образований, шаровой молнии, торнадо (самосвечение; наличие магнитного, электрического и гравитационного полей; эффекты вращения, прохождение сквозь твердые тела и жидкие среды). Дальнейший анализ позволил выявить признаки участия «тонкой материи ВД» во многих фоновых природных процессах (Дмитриев и др., 2005) – сейсмических, метеорологических, биофизических. Фактически речь идет уже об эфиросфере Земли и перераспределении энергии между геооболочками за счет движения ВД. Зоны релаксации ПСО, разломная сеть рассматриваются как зоны вертикального энергоперетока (Дмитриев и др., 2005).

В области литосферных процессов модель позволила объяснить возникновение подземных гроз, длительно исследуемых в Томском политехническом институте (Воробьев В.В., 1975). С данной точки зрения источником подземных гроз является электрическое поле вакуумного домена, возникающее за счет электрогравитационной связи поляризаций внутри него. Поляризация происходит под действием гравитационного поля Земли и в ВД возникают довольно сильные электрические поля (при степени модификации $a_\varepsilon \cong 10^{-5}$) достигаются поля напряженностью $E \cong 10^7 В/м$, достаточные для пробоя диэлектрика. В проводящей среде литосферы поле ВД обычно экранировано, но при быстром перемещении или изменения степени модификации возникают условия для формирования электрического разряда (Лаврентьев и др., 2004).

Суммируя приведенные наблюдательные и вычислительные характеристики объекта с явными признаками вертикального энергоперетока, следует отметить:

1. Молниебойный хребтик является ярким примером микрогеофизического объекта геоактивной зоны. Выявлены и зарегистрированы под ним повышенные значения проводимости горных пород, неоднократно наблюдалась генерация природных самосветящихся образований (ПСО). На данном объекте изучены сильные магнитные

аномалии с близким к дипольному распределением поля, а также обнаружены и измерены локальные магнитные вариации большой амплитуды. Неожиданно для исследователей была выявлена и измерена реакция поля на присутствие человека. В ряде случаев максимумы и минимумы магнитного поля локализуются за пределами почвенного покрова в свободном пространстве на высоте 20–60 см приземной атмосферы.

2. Особенности изученного распределения магнитного поля на Молниебойном хребтике интерпретируются с позиции модели неоднородного физического вакуума. Вариации поля объясняются движением вакуумного домена или изменением его параметров (размер, форма, степень модификации). Показано, что рассчитанное по модели распределение поля имеет общие черты с данными конкретных приборных регистраций. На данном объекте, дополнительно характеризующимся как локальный грозовой очаг, постоянно возникают молниевые пожары.

Исследование необычных явлений Природы становится все более неотъемлемой частью познавательного процесса, поскольку общий вектор процессов в геолого-геофизической среде направлен все более четко в сторону повышения разнообразия и энергоёмкости. И климатическое скоростное изменение является лишь частью планетофизических преобразований Земли.

Суммирующие замечания к главе. Планетофизическое влияние на общий и региональный характер гроз является предельно многосторонним и постоянно действующим. Причем в большинстве случаев механизм и энергоемкость этих его воздействий практически не изучены. С другой стороны, в связи с глобальными климатическими переменами георискы интенсивно растут. При этом все более отчетливо планетофизики, осуществляющие изучение быстро растущего разнообразия и перемежаемости погодных структур на Земле, склонны не только усматривать быстро размножающиеся нелинейные процессы, но все с большей уверенностью заявляют о внешнем факторе воздействия на оболочки Земли, включая и преобразование ее климатической машины. Так, например, в работе (Огурцов и др., 2010, с. 17) отмечается:

> *«Это означает, что если климатическая система Земли является нелинейной, то воздействие на нее даже слабого сигнала солнечной природы или космической, способно приводить к значительным вариациям климата, распознать солнечно-климатическую природу которых, однако, будет достаточно сложно из-за отсутствия линейной связи между причиной и откликом». (Подчеркнуто нами).*

Наконец, целесообразно подчеркнуть связь грозовых процессов с генерацией и длительным существованием (годами) «невидимых магнитных тел» на изучаемой нами террито-

рии, которые были упомянуты выше в разделе 5.4. Это «тело» обнаружено и изучается уже более 10 лет на Молниебойном хребтике вблизи села Верхний Уймон (Усть-Коксинский район, Республика Алтай). Так, в монографии (Дмитриев и др., 2005, с. 299) приводится сведение:

> *«Таким образом, исследовательские измерения 2004 года подтвердили ранее полученный нами результат.*
>
> *Эти измерения можно интерпретировать как результат наличия в этих объемах воздуха неких «магнитных тел». В таком случае, локальные вариации поля большой амплитуды, наблюдавшиеся в этих местах, можно объяснить как результат движения этих «магнитных тел». Естественно, возникает вопрос о природе таких «тел», обладающих высокой намагниченностью и парящих в воздухе. Необходимо подчеркнуть, что эти «магнитные тела» столь заметные в магнитном поле, остаются совершенно невидимыми и сквозь них можно ходить, не замечая чего-либо особенного (при кратковременных контактах с ними). Очевидно, что трудно представить объект с подобными свойствами, состоящий из вещества».*

В пределах стандартов лабораторной физики этого конечно «не может быть», но оно есть и «живет» годами – простой магнитный диполь в 0,45 м и 1,2 м над травянистым покровом Молниебойного хребтика. Таким образом, грозобойные процессы еще много «невозможного» предоставят человечеству.

Грозовые процессы все более неожиданно и разнообразно заявляют о своих возможностях. Например, поступают сообщения[13] о том, что грозовые разряды генерируют нейтроны и сотрудники НИИЯФ МГУ (на Воробьевых горах) сумели зарегистрировать протекание ядерной реакции в нижней атмосфере во время протекания гроз. Эти экспериментальные регистрации физиков из МГУ подтверждают сообщения космонавтов о регистрируемых ими нейтронных потоках в грозовой экваториальной полосе Земли.

Не менее важное и экзотическое грозовое событие представлено на рассмотрение в работе (Гусев, 2002), где довольно детально с количественными оценками приведены сведения о химических процессах в грозовом облаке. В частности, изложен механизм зарождения органических соединений в капельках дождя. Высказаны предположения о возможности возникновения элементарных организмов «в грозовом реакторе» в пределах грозового облака. Следовательно, в грозовых процессах современных планетофизических преобразований, в том числе и климатических, мы должны признать огромную роль «природного игрока» – молниевых разрядов (и не только). Может оказаться, что множащиеся виды грозовых процессов, которые уже участвуют на Земле в пересоздании климатической машины, могут принять участие в глобальном процессе видового отбора, а может быть и генерации, в составе биосферы.

[13] http://www.from-ua.com/kaleidoscope/4333f874d00c4/

Необходимо также отметить и сообщения об экспериментальных результатах (Виноградова, Живлюк, 1998) по регистрации своеобразных радиационных всплесков, характерных для некоторых видов «грозоразрядов» вблизи человеческого тела. В частности, Виноградова и Живлюк в своей работе приводят примеры ураганного всплеска (в 12 000 раз) излучательной способности организма космонавтов в состоянии стрессовых обстановок на орбите. В конечном итоге, в общем составе планетофизических перемен на Земле процессы грозоактивности уже выходят на новый уровень и лидируют в функциональной роли преобразовательных сценариев нашей планеты.

В последние десятилетия участились публикации о твердо установленных корреляциях жизненных процессов с режимом космических процессов (Шестопалов и др., 1998; Виноградова, Живлюк, 1998; Гелиофизические…, 2005; Дмитриев, 1999, 1998). Постепенно все более полно вырисовывается картина непрерывной и функционально ответственной космической связи глобального здоровья видового разнообразия космической погоды (Владимирский, Темурьянц, 2000). Поэтому модифицирующаяся и усиливающая глобальная и региональная грозоактивность на нашей планете становится не только активным игроком в процессах пересоздания климатической машины и установления новых солнечносистемных взаимосвязей, но все в большей мере становится биосферным катализатором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной книге изложены результаты многолетней работы по изучению грозовой активности на территории Республики Алтай. В большей степени исследования касались состояния геолого-геофизической среды. Естественно, что поднятые вопросы далеко не исчерпывают содержание этого многофункционального, энергоемкого, разнообразного и комплексного природного явления. Да и формулируемые вопросы и поставленные по ним задачи решены далеко не безукоризненно. И все же основополагающая цель исследования, на наш взгляд, во многом достигнута. Отметим главное.

Прежде всего, успешно решена задача по мобилизации и анализу имеющегося в структурах ГМС Республики Алтай архива данных о более 16 тыс. гроз. Каждая гроза в табличном массиве исходных данных представлена отдельной строкой значений признаков, в которых запечатлен «портрет» конкретного грозового события. По мере работы с фактическим материалом и решением поставленных задач потребовалось существенно нарастить информационный объем и расширить список характеристических признаков каждой грозы. Это расширение было осуществлено в сторону учета воздействий на формирование гроз со стороны Солнца и Галактических космических лучей. Таким образом, мы подключились к попыткам зарубежных и отечественных исследователей дать ответ на вопросы причинного ряда, как общепланетарного, так и регионального масштабов. Именно однозначное обнаружение влияния на грозовые процессы со стороны Солнца и Космоса значительно модифицировало общие и частные модели и сценарии грозовых процессов на Земле. В конечном итоге всё более приемлемой моделью грозовых процессов становится версия о том, что грозы представляют собой террокосмическое событие, в котором участвуют и земные, и космические энергии.

Подчеркнем, что исследование общего информационного массива грозовых событий по территории Республики Алтай явным образом соответствует террокосмический версии. И все разнообразие гроз – это не результат «одних локальных метеообстановок», а это некий сквозной процесс «Солнце-Земля», вживленный в свою очередь в сквозь гелиосферный электропроцесс, который создает и стабилизирует солнечносистемную Грозосферу.

Обращаясь к результатам нашего изучения грозовой активности, подчеркнем высокую гелиочувствительность геолого-геофизической среды изучаемой территории. Именно на исследуемой территории были обнаружены специфические гелиочувствительные геофизические микрообъекты, на которых многолетними измерительными процедурами были выявлены особые устойчивые «геомагнитные диполи». Характерно, что эти диполи обладают высо-

кой вариативностью аномальной напряженности магнитного поля (в тысячи нТл). Весьма важно отметить, что такой уникальный микрогеофизический объект локализован на легко доступном для изучения Молниебойном хребтике (Усть-Коксинский район). Для этого диполя разработана физико-математическая модель, объясняющая его возникновение и существование. Частая встречаемость гроз на этом хребтике и стимуляция возникновения грозы при пробном глубинном электрозондировании этого участка свидетельствует о «тонких» электромагнитных процессах, лежащих в основе триггерных механизмов запуска грозовых процессов (их различной интенсивности и разнообразия молниевых разрядов).

В ключе решения общей задачи проведены содержательные и статистические оценки грозостимулирующих факторов в соответствии с принятыми в настоящее время требованиями. В частности, проведены статистические оценки и выявлены значимые корреляционные связи грозовой активности с солнечными, космическими, геолого-геофизическими факторами воздействия.

В плане решения задач, связанных с обнаружением зон с максимальным риском возникновения лесных пожаров по причине действия молниевых разрядов, была детально изучена пожароопасная обстановка за период с 2001 по 2007 гг. При этом определены места локализации грозовых лесных пожаров. Наряду со стандартными факторами грозовой пожароопасности (лесорастительными условиями, рельефом, высотой над уровнем моря, экспозицией и крутизной склонов) были детально изучены дополнительные факторы, такие как активность Солнца и Галактические космические лучи, геолого-геофизические характеристики среды. Такой подход в изучении грозовой пожароопасности территории Республики Алтай был продиктован тем, что на период с 2001 по 2007 годы пришлись максимумы 23-го и начало 24-го Солнечных циклов.

Анализ пространственного распределения грозовых пожаров на изучаемой территории выявил их приуроченность к определенным участкам. Детализация этой пространственной локализации привела к обнаружению влияния неожиданного фактора, «размещающего» грозовые пожары. Оказалось, что 25% пожаров от гроз возникают не далее 6 км от осевой линии активных разломов, а 75% не далее 25 км. Одним из предположений причины такой локализации грозовых пожаров вблизи активных разломов является поджиг молниевым разрядом «горючих газов», включая и метан, вздымающихся из коровых глубин по сгущенным системам активных, оперяющих разломы трещин.

Вся совокупность полученных результатов по грозоактивности республики Алтай, как региона со значительной выделенностью характеристик геолого-геофизической среды и как активного звена в составе солнечно-земных взаимосвязей, во многих отношениях прояснила

узловые вопросы. Но вместе тем, возникли и новые постановки проблемы, особенно в плане выявления полного спектра средовых ролей гроз. Скоростное изменение климата и в связи с этим появление новых и быстро перемежающихся погодных структур сильно модифицирует ранее установленную периодичность грозовых процессов. Начали значительно меняться и риски, и сам характер грозовых воздействий. В связи с этим все более приоритетными становятся вопросы вариации энергоемкости как отдельно взятых гроз, так и структурирование их пространственно-временных совокупностей.

К сожалению, социальные запросы на своевременную и достоверную информацию по грозовым процессам в республике прогрессивно снижаются, что подтверждается и снижением количества ГМС, и снижением штата сотрудников, и объемов финансирования служб охраны леса. Снижение мониторинговой службы при ускоренном нарастании новых, трудно предусматриваемых грозовых событий в исследуемом регионе приводит к росту экологических рисков. В связи с этим вопросы восстановления ГМС и выбора новых участков для строительства дополнительных регистрационных метеорологических пунктов становятся безотлагательными и первоочередными.

Кроме того, возрастает число контактных случаев, то есть воздействия молниевых разрядов на людей, животных, строения, что представляет собой весьма серьезную проблему при дальнейшем наращивании числа событий «молния-человек». Таким образом, возникает острая физико-медицинская проблема. Было бы весьма значительным исследовательским фактом, если бы МЧС и административные структуры Республики Алтай обратили внимание на этот весьма важный класс природных процессов. Надо подчеркнуть, что на общепланетный масштаб изучения грозовых процессов уже выделяются значительные финансовые затраты как в наземном плане исследований, так и в плане создания спутниковых систем регистрации грозовых процессов.

Подводя общий итог проделанной работе, мы неизбежно касаемся и методологических вопросов. Дело в том, что, решая поставленные задачи в мире реальных феноменов Природы, исследователи-естественники, коими мы и являемся, не имеют познавательного права на заключительную редакцию исследуемого отдельно взятого необычного события, и, тем более, их совокупности. Изучая грозовую феноменологию на территории Республики Алтай по многолетним регистрациям событий, мы неоднократно встречались с такими грозовыми явлениями, которых в стандартных физических учебниках и моделях «принципиально быть не может». Тем не менее «они» есть, и их количество нарастает год от года. И это факты, содержащиеся в нашей среде обитания, - факты настоящего, временами довольно жесткие. И эти факты как предметы научных исследований отвергаются плодящимися физико-

математическими моделями грозовых процессов и людьми «чистой» лабораторной физики. Основа этих отрицаний однозначно вытекает из положения о том, что если мы не можем воссоздать явление в лаборатории, то оно нереально.

Мы осуществили попытку охарактеризовать грозовые процессы по территории республики в полном составе феноменов и не минимизировали их по признаку «возможно – не возможно». Если оно – «событие» - состоялось, значит, оно неизбежно и не подчиняется требованиям теоретической модели. Методологическая установка: «если природная феноменология не соответствует нашей модели, то тем хуже для природы», - нас совершенно не устраивает, поскольку мы изучаем реальное, а не желаемое для теоретика состояние Природы. И конечно, эта наша позиция является, как мы убеждены, познавательной альтернативой. Более того, проводится изложение познавательного сценария, в котором в ряде мест отдается приоритет правам Природы.

И наконец, при внимательном анализе явления гроз возникает новое поколение вопросов, ответы на которые не обнаруживаются в информационном объеме признанных современных физических знаний. С другой стороны, со стороны учащения возникновения необычных феноменов в природной среде, становится совершенно очевидным, что проявление уникальных свойств в составе грозовых процессов нового поколения потребует постановки новых и модификации старых вопросов:

- дополнительные источники разделения электрических зарядов в данном объеме пространства;
- совмещение очагов гроз с глубинными разломами;
- периодизация активности грозовых процессов совпадает с периодизацией космофизических и солнечных процессов;
- реагирование грозовой активности на геомагнитные возмущения и на крупномасштабные плазменные сгущения в ионосфере;
- проявление сухих гроз, как возникновение и функционирование крупного, рассеянного плазмоида в приземной атмосфере;
- генерация разномасштабных и разнообразных самосветящихся и устойчивых аэрономических явлений.

С принятием этой позиции усматриваются и дальнейшие подходы углубления и уточнения физики молниевых разрядов, популяций шаровых молний и других экзотических событий, сопровождающих множащееся разнообразие грозовых процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ***Авакян, С. В.*** *Аномальные аэрокосмические явления – геофизический аспект / С. В. Авакян // Геомагнетизм и аэрономия. – 1999. - Т. 39. - №1. - С. 3-9.*
2. ***Авакян, С.В.*** *Физика солнечно-земных связей: некоторые результаты, проблемы и новые подходы / С. В. Авакян // Геомагнетизм и аэрономия. – 2008. –Т. 48. - №4. - С. 435-442.*
3. ***Азметов, Р.Р.*** *Использование данных о грозовой активности при мониторинге лесных пожаров и перспективы развития ведомственной системы грозопеленгации / Р.Р. Азметов // Сборник трудов 7-й международной специализированной выставки «Пожарная безопасность XXI века» и 6-й международной специализированной выставки «Охранная и пожарная автоматика» (Комплексные системы безопасности). – М. : Эксподизайн, ПожКнига, 2008. — С. 172-176.*
4. ***Азметов, Р.Р.*** *Использование методов радиотехнического контроля испытаний ядерных отходов в интересах народного хозяйства / Р.Р. Азметов, А.И. Беляев, В.А. Григорьев, Б.П. Знаменщиков, В.М. Московенко // Лесные и степные пожары: возникновение, распространение, тушение и экологические последствия. Материалы международной конференции – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2005. — С. 9-12.*
5. ***Алехина, Н.М.*** *Грозы юго-востока Западной Сибири и северо-востока Казахстана: автореферат ... канд. географ. наук / Н.М. Алехина. – Новосибирск, 1982. - 15 с.*
6. ***Алехина, Н.М.****, Изменения грозовой активности над Западной Сибирью // Региональный мониторинг атмосферы. Часть 4. Природно-климатические изменения: коллективная монография / Н.М. Алехина, В.П. Горбатенко; под ред. М.В. Кабанова. – Томск : МГП «РАСКО». — 2000. - С. 83-109.*
7. ***Алтайское (Чуйское) землетрясение: прогнозы, характеристики, последствия.*** *Материалы научн.-практ. конференции. - Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2004. – 182 с.*
8. ***Анисимов, С.В.*** *Геофизические исследования глобальной электрической цепи / С.В. Анисимов, Е.А. Мареев // Физика Земли. — 2008. — №10. – С. 8-18.*
9. ***Архипов, В.А.*** *Современное состояние охраны лесов от пожаров в Казахстане / В.А. Архипов, Б.М. Муканов // Лесные и степные пожары: возникновение, распространение, тушение и экологические последствия. Материалы международной конференции. - Томск : Изд-во Том. ун-та, 2005. — С. 19-20.*
10. ***Атлас Алтайский край.*** *Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР. - Москва-Барнаул, 1978. - 222 с.*
11. ***Бабич, Л.П.*** *Анализ вспышек гамма-излучения земного происхождения коррелированных с небольшими вариациями дипольного момента грозового облака / Л.П. Бабич, Е.Н. Донской, А.Ю. Кудрявцев, И.М. Куцык // ДАН. — 2008. — Т. 421. — №6.- С. 817-821.*
12. ***Базелян, Э.*** *«Давид» и «Голеаф» в мире грозоразрядных процессов / Э. Базелян // Наука в России. - 2008.— №5. – С.45-50.*
13. ***Базелян, Э.М.*** *Физика молнии и молниезащиты / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 320 с.*
14. ***Баласанян, С.Ю.*** *Динамическая геоэлектрика / С.Ю. Баласанян. – Новосибирск : Наука, 1990 – 232 с.*
15. ***Бандур, В.Г.*** *О роли вариаций космических лучей в тропическом циклогенезе на примерах урагана «Катрина» / В.Г. Бандур, С.А. Пулинец, Г.А .Ким // ДАН. — 2008. — Т. 422. — №2. – С. 241-249.*
16. ***Баренбаум, А.А****. Галактическая парадигма в геологии и астрономии / А.А. Баренбаум. - М. : Книж. Дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 544 с.*
17. ***Барляева, Т.В.*** *О природе декадной вариации в климатических данных второй половины XX-го века / Т.В. Барляева, И.А. Миронова, Д.И. Панявин // ДАН. — 2009. — №3. – С. 398-399.*
18. ***Белов, А.В.*** *События октября-ноября 2003 г. в наземных наблюдениях космических лучей / А.В. Белов, Е.А. Ерошенко, В.Г. Янке // Геомагнетизм и аэрономия. — 2005. —Т. 45. — № 1. - С. 50-57.*
19. ***Белоглазов, М.И.*** *Глобальное молниеобразование в минимуме солнечной активности по наблюдениям шумановского резонанса на Кольском полуострове / М.И. Белоглазов, О.И. Ахметов // Геомагнетизм и аэрономия. — 2010. – Т. 50. — №6. — С. 810-816.*

20. ***Бердичевский, М.Н.*** *Электрическая разведка методом магнитотеллурического профилирования / Бердичевский М.Н. - М. :Наука, 1968. — 261 с.*
21. ***Бузевич, А.В.*** *Литосферные процессы как проявление солнечно-земных взаимосвязей / А.В. Бузевич, Н.В. Чернова, И.Ю. Бабаханов. – Иркутск, 2001. – С. 100.*
22. ***Бутусов, К.П.*** *Электродинамическая модель шаровой молнии (бетатронная версия) / К.П. Бутусов // Труды Конгресса. – 2010. - Часть I: Фундаментальные проблемы естествознания и техники.– Санкт-Петербург. — 2010. — С. 64-75.*
23. ***Валендик, Э.Н.*** *Борьба с крупными лесными пожарами / Э.Н. Валендик. – Новосибирск : Наука Сиб. Отд-е, 1990. - 191 с.*
24. ***Валендик, Э.Н.*** *Вероятностное множественное моделирование распространения лесных пожаров / Э.Н. Валендик, О.Ю.Воробьев. – Новосибирск : Наука. Сиб. Отд-е, 1978 - 159 с.*
25. ***Валендик, Э.Н.*** *Пожарные режимы в лесах Сибири и Дальнего Востока / Э.Н. Валендик, Г.А. Иванова // Лесоведение. — 2001. — № 4. - С. 69-76.*
26. ***Ваньян, Л.Ю.*** *Магнито-теллурические зондирования слоистых сред / Л.Ю. Ваньян, А.И. Бутаковская. - М. : Недра, 1980. — 227 с.*
27. ***Ваньян, Л.Ю.*** *Интерпретация данных магнитотеллурических зондирований неоднородных сред / Л.Ю. Ваньян, А.С. Дебабов, М.Н. Юдин. - М. : Недра, 1984. — 197 с.*
28. ***Веселовский, И.С.*** *Среда, в которой обитает Земля / И.С. Веселовский // Природа. — 2010. – №6. - С. 54-66.*
29. ***Веселовский, И.С.*** *Тайны солнечного ветра / И.С. Веселовский // Природа. — 2010. — №10. – С. 15-23.*
30. ***Вильданова, Л.И.*** *Влияние космических лучей и пробоя на убегающих электронах на образование и развитие молний в грозовой атмосфере: автореферат … канд. диссертации физ.-мат. наук / Л.И. Вильданова. — Алма-Аты, 2009. – 22 с.*
31. ***Вильданова, Л.И.*** *Изучение взаимосвязи процессов в грозовой атмосфере с высокоэнергичными космическими лучами на Тянь-Шаньском экспериментальном комплексе «Гроза» / Л.И. Вильданова, А.В. Гуревич, В.А. Рябов // ЖТФ. – 2007. - Т. 77. — №11. – С. 109.*
32. ***Вильданова, Л.И.*** *Регистрация интенсивного жесткого и мягкого гамма-излучения от грозовых облаков на Тянь-Шаньской установке «Адрон» / Л.И. Вильданова, А.В. Гуревич, А.П. Чубенко, А.Д. Щепетов // Изв. РАН. Сер. Физика. – 2001. - Т. 63. — №3. – С. 411-415.*
33. ***Виноградова, Е.С****. Микрокосм человека / Е.С. Виноградова, Ю.Н. Живлюк.- М. — 1998. – 44 с.*
34. ***Витинский, Ю.И.*** *Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца / Ю.И. Витинский, М. Копетский, Г.В. Куклин. – М. : Наука, 1986. – 296 с.*
35. ***Владимирский, Б.М.*** *Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу / Б.М. Владимирский, Н.А. Темурьянц. – М. : МНЭПУ. — 2000. – 374 с.*
36. ***Владимирский, Б.М.*** *Космическая погода и наша жизнь / Б.М. Владимирский, Н.А. Темурьянц, В.С. Мартынюк. – Фрязино : «Век 2», 2004. – 224 с.*
37. ***Волокитина, А.В.*** *Классификация и картографирование растительных горючих материалов / А.В. Волокитина, М.А. Софронов. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002 - 314 с.*
38. ***Воробьев, А.А.*** *Физические условия залегания и свойства глубинного вещества / А.А. Воробьев. – Томск : Изд. ТГУ, 1975. – 296 с.*
39. ***Воробьев, А.А.*** *Участие электрических и электромагнитных полей в эволюции геологического вещества недр и передачи информации / А.А. Воробьев. - Томск : ВИНИТИ, 1977. – 203 с.*
40. ***Воробьев, Ю. Л.*** *Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы / Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов ; под ред. Ю. Л. Воробьева. - М. : ДЭКС-ПРЕСС, 2004. - 312 с.*
41. ***Гвоздарев, А.Ю.*** *К вопросу о влиянии радоновыделения на грозоактивность / А.Ю. Гвоздарев // Актуальные проблемы географии. - Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2007. – С. 91-96.*
42. ***Гвоздарев, А.Ю.*** *Исследование связи грозоактивности Горного Алтая с индексами геомагнитной активности / А.Ю. Гвоздарев, А.В. Сахаров // Актуальные проблемы географии. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2007. – С. 88-90.*
43. ***Гелиогеофизические факторы и здоровье человека: Материалы международного симпозиума*** */ под ред. В.Ю. Куликова. – Новосибирск : ООО «РИЦ», 2005. – 152 с.*
44. ***Гемфрис, В.*** *Физика воздуха / В. Гемфрис ; перевод со 2-го амер. изд. под ред. Хромова С.П. - М.,Л.: Объединенное научно-техническое издательство НКТП СССР, 1936. - 515 с.*

45. ***Геология СССР Том XIV. Западная Сибирь*** *(Алтайский край, Кемерово, Новосибирская, Омская, Томская области). Часть I. Геологическое описание. - М. : Недра, 1967. - 664 с.*
46. ***Главач, А.*** *Молния и человек / А. Главач. – Алма-Ата : Казахстан, 1989. – 169 с.*
47. ***Горбатенко, В.П.*** *Влияние географических факторов климата и синоптических процессов на грозовую активность : автореферат ... доктора географ.наук / В.П. Горбатенко. – Санкт-Петербург, 2003. — 39 с.*
48. ***Горбатенко, В.П.*** *Пространственное распределение плотности разрядов молнии в землю над территорией западной Сибири / В.П. Горбатенко, Т.В. Ершова, Д.А. Константинова // Вестник ТГУ. Науки о Земле. — 2009. — № 329. —С. 251-255.*
49. ***Грибанов, Л.Н.*** *Грозовые явления и лесные пожары / Л.Н. Грибанов // Ботанический журнал. — 1955. — Т. 40. — № 3. - С. 429-432.*
50. ***Григорьев, Ал.А.*** *Природные и антропогенные лесные пожары: компонент экодинамики и стихийные бедствия / Ал.А. Григорьев, К.Я. Кондратьев // Изв. РГО. — 2005. — Т. 137. — Вып. 1. - С. 21-35.*
51. ***Гришин, А.М.*** *Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними / А.М. Гришин. – Новосибирск : Наука, 1992. - 497 с.*
52. ***Гришин, А.М.*** *Физика лесных пожаров / А.М. Гришин. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 1994 – 218 с.*
53. ***Гришин, А.М****. Прогноз возникновения и распространения лесных пожаров / А.М. Гришин, А.И. Фильков. – Кемерово : Изд-во Практика, 2005. – 202 с.*
54. ***Гусев, В.А.*** *Химическая эволюция в грозовом облаке / В.А. Гусев. - Докл. РАН. — 2002. — Т. 385. — №3. – С. 352-354.*
55. ***Гущина, Р.Т.*** *Долговременная модуляция Галактических космических лучей в минимумах солнечной активности / Р.Т. Гущина, А.В. Белов, В.Н. Обридко, Б.А. Шельтина // Геомагнетизм и аэрономия. - 2010. — Т. 50. — №4. – С. 459-465.*
56. ***Давыдова, М.И.*** *Алтае-Саянская горная страна / М.И. Давыдова // Физическая География СССР. - М. : «Просвещение», 1966. — С. 554-593.*
57. ***Дмитриев, А.Н.*** *Террокосмические сияния Горного Алтая : препринт №2 / А.Н. Дмитриев. – Новосибирск : Ин-т геологии и геофизики СО АН СССР, 1988. – 39 с.*
58. ***Дмитриев, А.Н.*** *Природные самосветящиеся образования / А.Н. Дмитриев. – Новосибирск : Изд-во Института математики, 1998. – 242 с.*
59. ***Дмитриев, А.Н.*** *Об эфирной материальности / А.Н. Дмитриев. – Томск : Изд-во «Твердыня», 1999. – 104 с.*
60. ***Дмитриев, А.Н.*** *Землетрясения и межгеосферные взаимодействия / А.Н. Дмитриев // Алтайское (Чуйское) землетрясение: прогнозы, характеристики, последствия. Материалы научн.-практической конференц. - Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2004. – С. 82-95.*
61. ***Дмитриев, А.Н.*** *О возникновении и модификациях грозовых процессов / А.Н. Дмитриев // Казначеевские чтения. — Новосибирск : ЗСО МСА. - 2011.- №1. – С. 74-104.*
62. ***Дмитриев, А.Н.*** *Изучение глубинных особенностей Горного Алтая / А.Н. Дмитриев, А.Ф. Белоусов // Природные ресурсы Горного Алтая. - Горно-Алтайск : ГАГУ, РИО «Универ-Принт», 1997. – С. 60-85.*
63. ***Дмитриев, А.Н.*** *Электромагнитные признаки активизации глубинных разломов / А.Н. Дмитриев, М.М. Буслов // Эндогенные процессы в зонах глубинных разломов. - Иркутск : ИЗК СО АН СССР, 1989. – С. 82-89.*
64. ***Дмитриев, А.Н.*** *Молниебойный хребтик как геолого-геофизическая структура вертикального энергоперетока / А.Н. Дмитриев, А.Ю. Гвоздарев // Становление и развитие научных исследований в высшей школе. Том. 2. - Томск : Изд-во ТПУ. — 2009. – С.314-320.*
65. ***Дмитриев, А.Н.*** *Модель неоднородного физического вакуума и природные самосветящиеся образования : препринт № 16 / А.Н. Дмитриев, В.Л. Дятлов. – Новосибирск : Ин-т математики СОРАН, 1995. – 35 с.*
66. ***Дмитриев, А.Н****. О геолого-геофизических причинах свечений на Алтае : препринт №6 / А.Н. Дмитриев, В.П. Скавинский. – Новосибирск : ИГиГ СОАН СССР, 1988. – 35 с.*
67. ***Дмитриев, А.Н.*** *Техногенное воздействие на природные процессы Земли. Проблемы глобальной экологии / А.Н. Дмитриев, А.В. Шитов. – Новосибирск: Изд.дом «Манускрипт», 2003. – 140 с.*
68. ***Дмитриев, А.Н.*** *Необычные явления в природе и неоднородный физический вакуум. Серия «Проблемы неоднородного физического вакуума» / А.Н. Дмитриев, В.Л. Дятлов, А.Ю. Гвоздарев. – Новосибирск, Горно-Алтайск, Бийск : БГПУ им. В.М. Шукшина, 2005. – 550 с.*

69. ***Дмитриев, А.Н.*** *Анализ грозовой активности Горного Алтая за 1958-1998 годы : препринт / А.Н. Дмитриев, Н.А. Кочеева, А.В. Шитов. - Новосибирск–Горно-Алтайск : Универ-Принт, ГАГУ, 2002. – 40 с.*

70. ***Дмитриев, А.Н.*** *Общая характеристика гроз Горного Алтая / А.Н. Дмитриев, Н.А. Кочеева, А.В. Шитов // Наука, культура, образование. – 2002. - №10. – С. 144-149.*

71. ***Дмитриев, А.Н.*** *Локальные геофизико-геохимические исследования тектонофизических районов Горного Алтая : препринт №20 / А.Н. Дмитриев, В.П. Скавинский, Г.Б. Новиков. - Новосибирск : ИГиГ СО АН СССР, 1989. – 40 с.*

72. ***Дмитриев, А.Н.*** *Плазмообразование в энергоактивных зонах / А.Н. Дмитриев, Ю.П. Похолков, Е.Т. Протасевич, В.П. Скавинский. – Новосибирск : ОИГГМ СО РАН, 1992 – 212 с.*

73. ***Дмитриев, А.Н.*** *Грозовая активность Горного Алтая / А.Н. Дмитриев, А.В. Шитов, Н.А. Кочеева, С.Ю. Кречетова. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2006 – 190 с.*

74. ***Дубов, Э.Е.*** *Индексы солнечной и геомагнитной активности. Материалы мирового центра данных / Э.Е. Дубов. – М. : Межведомственный геофизический комитет при президиуме АН СССР, 1982. – 36 с.*

75. ***Дубров, А.П.*** *Биологическая геофизика. Поля. Земля. Человек и Космос / А.П. Дубров. – М. : «Фолиум», 2009. – 176 с.*

76. ***Дятлов, В.Л.*** *Поляризационная модель неоднородного физического вакуума. Серия «Проблемы неоднородного физического вакуума» / В.Л. Дятлов. – Новосибирск : Изд-во Ин-та математики, 1998. – 184 с.*

77. ***Еманов, А.Ф.*** *Чуйское землетрясение и динамика сейсмической активизации эпицентральной зоны / А.Ф. Еманов, В.С. Селезнев, С.В. Гольдин [и др.] // «Алтайское (Чуйское) землетрясение: прогнозы, характеристики, последствия». Материалы научно-практической конференции. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2004. — С. 3-14.*

78. ***Ермаков, В.И.*** *Космические лучи в механизме образования грозовых облаков / В.И. Ермаков, Ю.И. Стожков // Пятое Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу. Материалы совещания / под ред. М.В. Кабанова. – Томск, 2003. - С. 180-182.*

79. ***Ермаков, В.И.*** *Физика грозовых облаков : препринт №2 / В.И. Ермаков, Ю.И. Стожков — Москва : ФИАН, 2004. — 37 с.*

80. ***Ермолаев, Ю.И.*** *Солнечные и межпланетные источники геомагнитных бурь: аспекты космической погоды / Ю.И. Ермолаев, М.Ю. Ермолаев // Геофизические процессы и биосфера. — 2009. — Т. 8. — № 1. — С. 5-35.*

81. ***Ермолаев, Ю.И.*** *Год спустя : Солнечные, гелиосферные и магнитосферные возмущения в ноябре 2004 г. / Ю.И. Ермолаев, Л.М. Зеленый и др. // Геомагнетизм и аэрономия. — 2005. — Т. 45. — № 6 - С. 723-768.*

82. ***Ермоленко, А.А.*** *Об итогах работы по тушению лесных пожаров в 2002 г. и задачах на 2003 г. / А.А. Ермоленко // Лесохозяйственная информация. — 2003. — №2. — С. 20-22.*

83. ***Жекамухов, М.К.*** *Электризация и пространственное разделение при выделении пузырьков воздуха в процессе коагуляционного роста градин в облаке. Часть 2. Генерирование грозового электричества за счет выделения заряженных пузырьков при намерзании переохлажденных облачных капель на поверхности градин / М.К. Жекамухов, Б.Г. Каров, Т.С. Кумыков // Метеорология и гидрология. — 2008. — №12. – С. 15-24.*

84. ***Задонина, Н.В.*** *Динамика временных вариаций интенсивности опасных природных процессов. Анализ временных рядов / Н.В. Задонина. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2007. – 102 с.*

85. ***Захаров, А.И.*** *Пожары от гроз в лесах Тюменской области / А.И. Захаров, Л.В. Столярчук // Лесное хозяйство. — 1977. - №3. — С. 74-76.*

86. ***Зятькова, Л.К.*** *Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области./ Л.К. Зятькова ; под ред. В.А. Николаева. - Новосибирск : Наука, 1977. - 215 с.*

87. ***Иванов, В.А.*** *Влияние геомагнитных аномалий на грозопоражаемость лесных ландшафтов / В.А. Иванов // Лесные пожары и борьба сними. Сборник научных трудов – Красноярск : ВНИИПОМлесхоз, 1991. - С. 112-120.*

88. ***Иванов, В.А.*** *Грозы и лесные пожары / В.А. Иванов // Лесные пожары и их последствия. Красноярск : ИЛ и ДСОАН СССР, 1985. — С. 38-46.*

89. ***Иванов, В.А.*** *Лесные пожары от гроз на Енисейской равнине : автореферат ... канд.с.-х.наук / В.А. Иванов. – Красноярск, 1996. — 23 с.*

90. ***Иванов, В.А.*** *Пожары от молний в лесах Красноярского Приангарья / В.А. Иванов, Н.А. Коршунов, П.М. Матвеев. – Красноярск : СибГТУ, 2004. – 132 с.*

91. ***Иванов, К.Г.*** *Солнечно-земные бури октября 2003 г. Солнечные источники и межпланетные возмущения вблизи Земли / К.Г. Иванов, А.Ф. Харшиладзе // Геомагнетизм и аэрономия. — 2005. — Т. 45. — № 1. - С. 5-22.*

92. ***Кабанов, М.В.*** *Региональный мониторинг атмосферы. Ч. 1. Научно-методические основы / М.В. Кабанов ; под ред. В. Е. Зуева. - Томск : Изд-во «Спектр» Института оптики атмосферы СО РАН, 1997. — 211 с.*

93. ***Кабанов, М.В.*** *Динамика электромагнитных полей атмосферно-литосферного происхождения в Сибири / М.В. Кабанов, В.Н. Сальников, А.В. Шитов // Региональный мониторинг атмосферы. Часть 4. Природно-климатические изменения: коллективная монография / под ред. М.В. Кабанова. - Томск : МГП «РАСКО», 2000. - С. 110-163.*

94. ***Касьянова, Н.А.*** *Экологические риски и геодинамика / Н.А. Касьянова. – М. : Научный мир, 2003. – 332 с.*

95. ***Кац, В.Е.*** *Природная радиоактивность компонентов геологической среды Республики Алтай / В.Е. Кац // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы II международной конференции. – Томск : Изд-во «Тандем-Арт», 2004. – С. 243-246.*

96. ***Качурин, Л.Г.*** *Эволюция фронтальных грозовых очагов / Л.Г. Качурин // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. — 1979. — Т. 15. — №2. — С. 187-193.*

97. ***Киссин, И.Г.*** *Высокоамплитудные предвестники землетрясений и «чувствительные зоны» земной коры / И.Г. Киссин // Известия АН СССР. Серия Физика Земли. – 1988. — №6. – С. 3-13.*

98. ***Киссин, И.Г.*** *Флюиды в земной коре: геофизические и тектонические аспекты / И.Г. Киссин. – М. : Наука, 2009. – 328 с.*

99. ***Клочек, Н.В.*** *Лесные пожары, их геоэкологическая обусловленность и возможности прогнозирования / Н.В. Клочек, М.В. Никонова, Л.Е. Паламарчук // Математические и физические модели лесных пожаров и их экологических последствий : Материалы международной конференции. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 1997. — С. 98-100.*

100. ***Ковдерко, В.Э.*** *Радон: экологический аспект, источники, проблемы / В.Э. Ковдерко // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы II международной конференции. – Томск : Изд-во «Тандем-Арт», 2004. – С. 265-268.*

101. ***Козлов, В.И.*** *Грозовая активность в Якутии / В.И. Козлов, В.А. Муллаяров. – Якутск : ЯФ Изд-ва СО РАН, 2004. – 103с.*

102. ***Козлов, В.И.*** *Инструментальные наблюдения гроз в Якутии в 2003-2006 годах / В.И. Козлов, В.А. Муллаяров, Р.Р. Каримов // Известия высших учебных заведений. Радиофизика. - 2008. - Т. 51. - № 10. - С. 825-829.*

103. ***Козлов, В.И.*** *Лесные пожары в Якутии от гроз / В.И. Козлов, В.А. Муллаяров, В.С. Соловьев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2009 – Т. 2. - № 6 - С. 388-393.*

104. ***Конев, Э.В.*** *Физические основы горения растительных материалов / Э.В. Конев. - Новосибирск : Наука, 1977. - 239 с.*

105. ***Коровин, Г.Н.*** *Влияние климатических изменений на лесные пожары в России / Г.Н. Коровин, Н.В. Зукерт. // Климатические изменения: взгляд из России / под ред. В.И.Данилова-Данильяна. – М. : ТЕИС, 2003. — С. 69 98.*

106. ***Коршунов, Н.А.*** *Лесные пожары от молний на территории Красноярского Приангарья : автореферат ... кан.с.-х.н. / Н.А. Коршунов. – Красноярск, 2002. — 26 с.*

107. ***Кочеева, Н.А.*** *Влияние природно-техногенных систем на грозоактивность Горного Алтая : автореф. дис. к.г.-м.н. / Н.А. Кочеева. – Томск, 2002. – 23 с.*

108. ***Кочеева, Н.А.*** *Связь грозовой активности Горного Алтая с геомагнитным полем, сейсмичностью и четностью Солнечного цикла / Н.А. Кочеева // Вопросы географии Сибири. — 2003. - Вып. 25. – С. 106-112.*

109. ***Кречетов, А.А.*** *Грозовая деятельность на территории Прибайкалья : автореферат ... кандидата географ. наук / Кречетов А.А. – Иркутск, 1973. — 13 с.*

110. ***Кречетова, С. Ю.*** *Влияние солнечной активности на возникновение пожаров от гроз на территории Горного Алтая / С. Ю. Кречетова // Вестник ТГУ. Бюллетень оперативной научной информации «Актуальные проблемы геоэкологии Алтая». — 2006. - №72. — С. 62-70.*

111. ***Кречетова, С.Ю.*** *О региональной специфике грозопожароопасности лесных массивов Горного Алтая / С.Ю. Кречетова // Геоэкология Алтае-Саянской горной страны. Ежегодный Международный сборник научных статей.– Горно-Алтайск : РИО ГАГУ. — 2005. – Вып. 2. — С. 65-71.*

112. **Кречетова, С.Ю.** *Пожары от гроз в лесах Горного Алтая / С.Ю. Кречетова, Н.А. Кочеева // Геоэкология Алтае-Саянской горной страны. Ежегодный Международный сборник научных статей. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ. — 2006. – Вып. 3 — С. 106-114.*

113. **Крылов, С.М.** *О сверхнизкочастотном вихревом гравитационном поле на земной поверхности / С.М. Крылов, Г.А.Соболев // ДАН. — 1994. — Т. 339. — №3. – С. 396 – 400.*

114. **Кудрявцев, М.Ю.** *Проблемы тушения лесных пожаров на территории Российской Федерации : препринт № 34 [Электронный ресурс] / М.Ю. Кудрявцев, В.В. Лукин, Г.Г. Маленецкий, Н.А. Митин, А.В. Науменко, А.В. Подлазов, А.А. Румянцев, С.А. Торопыгина. – М. : Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша, 2008. – URL : http://www.keldysh.ru/papers/2008/prep34/prep2008_34.html*

115. **Кудрявцев, М.Ю.** *Управление рисками лесных пожаров на территории Российской Федерации : препринт № 35 [Электронный ресурс] / М.Ю. Кудрявцев, В.В. Лукин, Г.Г. Маленецкий, Н.А. Митин, С.А. Науменко, А.В. Подлазов, А.А. Румянцев, С.А. Торопыгина. - Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша, 2008. – URL : http://www.keldysh.ru/papers/2008/prep35/prep2008_35.html*

116. **Кужевский, Б.М.** *О прогнозировании радиоационной обстановки в межпланетном пространстве / Б.М. Кужевский, В.М. Петров, И.П. Шестопалов // Космические исследования. – 1993. – Т. 31. – Вып. 6. – С. 89-103.*

117. **Кузнецов, В.В.** *Введение в физику горячей Земли / В.В. Кузнецов. - Петропавловск-Камчатский : Изд-во Кам. ГУ, 2008. – 367 с.*

118. **Кузнецов, В.Д.** *Электромагнитные и плазменные процессы в системе Солнце–Земля: к 70-летию ИЗМИРАН (Обзор) / В.Д. Кузнецов // Геомагнетизм и аэрономия. - 2009. — Т. 49. — №6. – С.723-735.*

119. **Курбатский, Н.П.** *Классификация лесных пожаров / Н.П. Курбатский // Вопросы лесоведения. - Красноярск : ИЛ и ДСОАН СССР, 1970. — С. 384-407.*

120. **Курбатский, Н.П.** *О механизме возникновения лесных пожаров от молний / Н.П. Курбатский // Лесоведение. - 1976. — №3. — С. 95-98.*

121. **Курбатский, Н.П.** *О некоторых основах лесной пирологии / Н.П. Курбатский // Лесные пожары и борьба с ними. Сб. научн. трудов. – Красноярск : ВНИИПом лесхоз, 1991. - С. 180-191.*

122. **Кутинов, Ю. Г.** *Тектонические узлы как каналы межгеосферного взаимодействия / Ю. Г. Кутинов, З. Б. Чистова // Система «Планета Земля»: 300 лет со дня рождения М.В.Ломоносова. – М. : ЛЕНАНД, 2010. — 480 с.*

123. **Лаврентьев, М.М.** *О «магнитных телах» в приземной атмосфере геоактивных зон / М.М. Лаврентьев, А.Н. Дмитриев, В.Л. Дятлов, А.Ю. Гвоздарев, А.В. Шитов // Большая Медведица (Проблемы защиты Земли). - 2004. — №1. – С. 99-107.*

124. **Левин, Б.В.** *Общие закономерности в распределении сейсмических событий на Земле и на Луне / Б.В. Левин, Е.В. Сасорова // ДАН. — 2010. — Т. 434. — № 2. — С. 252-256.*

125. **Летников, Ф.А.** *Синергетика геологических систем / Ф.А. Летников – Новосибирск : Наука, 1992. – 228с.*

126. **Летников, Ф.А.** *Синергетика среды обитания человека / Ф.А. Летников // Земля и Вселенная. — 1998. — №5. – С. 17-25.*

127. **Летников, Ф.А.** *Синергетика среды обитания человека / Ф.А. Летников // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Том 3. - М. : «Янус–К», 2002. – С. 69-78.*

128. **Летников, Ф.А.** *«Тепловая машина» Земли / Ф.А. Летников // Земля и Вселенная. —2003. - №1. – С. 3-9.*

129. **Липеровский, В.А.** *Физические модели связей в системе литосфера-атмосфера-ионосфера перед землетрясениями / В.А. Липеровский, О.А. Похотелов, К.В. Мейстер, Е.В. Липеровская // Геомагнетизм и аэрономия. — 2008. — Т. 48. — №6. – С. 831-843.*

130. **Листов, А.А.** *Лесные пожары от гроз в лесах Севера / А.А. Листов // Лесное хозяйство. — 1967. — №5. — С. 38-40.*

131. **Литинский, И.Б.** *Предвестники подземных бурь / И.Б. Литинский. – М., 1988. – 128 с.*

132. **Лоцинская, Н.И.** *Связь глобальной энергии землетрясений с солнечной активностью / Н.И. Лоцинская // Вестн. Киевского ун-та. Серия Астрономия. — 1999. — Вып. 35. – С. 45-50.*

133. **Ляхов, А.Н.** *Наблюдение низкочастотных колебаний электрического поля в ионосфере над разломами земной коры / А.Н. Ляхов, Ю.И. Зецер // ДАН. — 2008. — Т. 420. — №1. – С. 116-119.*

134. ***Малевский-Малевич, С.П.*** *К оценке изменений пожароопасной обстановки в лесах России при ожидаемом потеплении климата в XXI веке / С.П. Малевский-Малевич, Е.К. Молькентин, Е.Д. Надежина, О.Б. Шкляревич // Метеорология и гидрология. — 2005. — № 3. — С. 34-36.*

135. ***Малевский-Малевич, С.П.*** *Анализ изменения пожароопасности в лесах России в XX и XXI веках на основе моделирования климатических условий / С.П. Малевский-Малевич, Е.К. Молькентин, Е.Д. Надежина, А.А. Семиошина, И.А. Саль, О.Б. Шкляревич // Метеорология и гидрология. — 2007. — № 3. — С. 14-24.*

136. ***Марксон, Р.*** *Атмосферное электричество и проблемы связи между солнечной активностью и погодой / Р. Марксон // Солнечно-земные связи, погода и климат. - М. : Мир, 1982. - С.242-264.*

137. ***Матвеев, Л.Т.*** *Физика атмосферы / Л.Т. Матвеев. – СПб. : Гидрометеоиздат, 2000. — 778 с.*

138. ***Мелехов, И.С.*** *Лесная пирология и ее задачи / И.С. Мелехов // Современные проблемы охраны лесов от пожаров и борьба с ними. - М. : Лесная промышленность, 1965. - С. 5-25.*

139. ***Михайлов, В.О.*** *Совместная интерпретация данных дифференциальной спутниковой интерферометрии и GPS на примере Алтайского (Чуйского) землетрясения 27.09.2003 / В.О. Михайлов, А.Н. Назарян, В.Б. Смирнов, [и др.] // Физика Земли. — 2010. — №2. — С. 3-16.*

140. ***Монин, А.С.*** *Климат как проблема физики / А.С. Монин, Ю.А. Шишков // УФН. – 2000. - Т. 170. - С. 419-445.*

141. ***Моргунов, В.А.*** *Электрические явления, предшествующие Шикотанскому землетрясению и его афтершокам / В.А. Моргунов // Доклады РАН. – 1998. – Т. 359. — № 1. – С. 102-105.*

142. ***Морозова, Л.И.*** *К вопросу об активности разломов, выявляемых в поле облачности на спутниковых снимках Земли / Л.И. Морозова // Исследования Земли из Космоса. — 2005. — №2. – С. 1-4.*

143. ***Муллаяров, В.А.*** *Особенности пространственного распределения положительных грозовых разрядов на востоке Сибири / В.А. Муллаяров, А.А. Торопов, В.И. Козлов, Р.Р. Каримов // Метеорология и гидрология. - 2009.- №6. - С. 47-55*

144. ***Нерсесов, И.Л.*** *Проблема информативности геофизических полей для целей прогноза землетрясений / И.Л. Нерсесов, А.А. Лук, В.К. Журавлёв, О.Н. Топоногов // Изв. АН СССР. Серия Физика Земли. – 1989. — №12. – С. 19-33.*

145. ***Нехорошев, В.П.*** *Тектоника Алтая / В.П. Нехорошев. – М. : Недра, 1966. – 307 с.*

146. ***Новиков, И.С.*** *Морфотектоника Алтая / Новиков И.С. ; под ред. Е.В. Девяткина, Г.Ф. Уфимцева. – Новосибирск : Изд-во СО РАН «Филиал Гео», 2004. – 313 с.*

147. ***Нориндер, Х.*** *Исследование грозовых разрядов / Х. Нориндер. - М.-Л. : Госэнергоиздат,.1956. - 31 с.*

148. ***Обридко, В.Н.*** *Некоторые аномалии эволюции глобальных и крупномасштабных полей на Солнце как предвестники предстоящих невысоких циклов / В.Н. Обридко, Б.Д. Шельтинг // Письма в астрономический журнал. — 2009. — Т. 35. — № 4. – С. 279-285.*

149. ***Оганесян, С.Р.*** *Локальные аномалии геомагнитного поля, как возможные предвестники землетрясений / С.Р. Оганесян. – Ереван : Изд. АН Арм. ССР, 1990. — 211 с.*

150. ***Огурцов, М.Г.*** *Возможное проявление нелинейных эффектов при воздействии Солнечной активности на климатические изменения / М.Г. Огурцов, О.М. Распопов, М. Ойнонен [и др.] // Геомагнетизм и аэрономия. — 2010. — Т. 59. — № 1. — С. 17-22.*

151. ***Панасюк, М.И.*** *Радиоактивный космос / М.И. Панасюк // Земля и Вселенная. — 2006. — №3. – С. 30-37.*

152. ***Парамонов, Е.Г.*** *Крупные лесные пожары в Алтайском крае / Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин. – Барнаул : Полиграфическое предприятие «Дельта», 1999. – 193 с.*

153. ***Пашканг, К.В.*** *Паракtикум по общему землеведению / К.В. Пашканг. - М. : Высшая школа, 1982. - 223 с.*

154. ***Платонова, С.Г.*** *Землетрясение 27 сентября 2004 г. в Горном Алтае / С.Г. Платонова // «Алтайское (Чуйское) землетрясение: прогнозы, характеристики, последствия». Материалы научно-практической конференции. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2004. — С. 95-99.*

155. ***Распопов, О.М.*** *Солнечная активность и космические лучи: влияние на облачность и процессы в нижней атмосфере (памяти и к 75-летию М.И. Пудовкина) / О.М. Распопов, С.В. Веретененко // Геомагнетизм и аэрономия. — 2009. — Т. 49. — №2. – С. 147-155.*

156. ***Родыгин, А.И.*** *Динамометаморфические горные породы / А.И. Родыгин. –Томск : Изд-во Том. Гос. Ун-та, 2001. – 356 с.*

157. ***Ромашев, А.Н.*** *Типы и общая модель взаимодействий / А.Н. Ромашев // Вестн. РАН. — 2008. – Т. 78. — №8. —— С. 719-725.*

158. **Соболев, Г.А.** *Геоэффективные солнечные вспышки и сейсмическая активность Земли / Г.А. Соболев, И.П. Шестопалов, Е.П. Харин // Физика Земли. — 1998. — №7. – С. 85-90.*
159. **Соколовский, О.Н.** *О связи избирательной грозопоражаемости территории с аномальными полями Земли / О.Н. Соколовский, В.М. Сапожников // Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде. Часть 1. – Томск : СибНИЦ АЯ (ТПИ), 1991. – С. 197-199.*
160. **Соловьев, В.С.** *Солнечная активность и динамика лесных пожаров в Якутии / В.С. Соловьев, В.И. Козлов, С.З. Кершенгольц // Пятое Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу. Материалы совещания / под ред. М.В. Кабанова.– Томск, 2003. - С. 115-118.*
161. **Соловьев, В.С.** *Комплексный мониторинг грозовой активности и лесных пожаров по данным наземных и спутниковых наблюдений / В.С. Соловьев, В.И. Козлов, Р.Р. Каримов, М.С. Васильев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли и космоса. - 2010. - Т. 7. — №4. — С. 218-222.*
162. **Сорокин, В.М.** *Возмущение квазистационарного электричесткого поля в атмосфере над сейсмоактивными районами / В.М. Сорокин, А.К. Ященко // Химическая физика. — 2000. — Т. 19. — №6. — С. 71-80.*
163. **Софронов, М.А.** *Лесные пожары в горах Южной Сибири / М.А. Софронов. - М. : Наука, 1967 -- 149 с.*
164. **Софронов, М.А.** *Огонь в лесу / М.А. Софронов, А.Д. Вакуров. – Новосибирск : Наука, 1981 – 128 с.*
165. **Софронов, М.А.** *Пожарная опасность в природных условиях / М.А. Софронов, И.Г. Гольдаммер, А.В. Волокитина, Т.М. Софронова. – Красноярск : Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2005 – 330 с.*
166. **Стекольников, И.С.** *Физика молнии и грозозащита / И.С. Стекольников. - М. -Л. : Изд-во АН СССР, 1943. - 230 с.*
167. **Степень, Р.А.** *Значение летучих выделений хвойных при обнаружении и во время лесных пожаров / Р.А. Степень, А.И. Сухинин, Б.А. Хребтов // Лесные пожары и их последствия – Красноярск : ИлиД СО АН СССР, 1985. — С. 22-30.*
168. **Столярчук, Л.В.** *Условия возникновения массовых лесных пожаров от гроз / Л.В. Столярчук, В.А. Камышанова // Тр. ГГО. — 1984. — Вып. 474. — С. 120-126.*
169. **Столярчук, Л.В.** *Повторяемость лесных пожаров и их связь с формами атмосферной циркуляции / Л.В. Столярчук, В.А. Камышанова // Тр. ГГО. — 1984. — Вып. 474. — С. 126-129.*
170. **Столярчук, Л.В.** *Грозы, ливни и опасность лесных пожаров / Л.В. Столярчук, В.А. Камышанова // Тр. ГГО. — 1984. — Ввып. 484. — С. 45-48.*
171. ***Судьбоносные загадки нефтегазовой отрасли** // Вестн. РАН. — 2008. — Т. 78. — №8. – С. 704-711.*
172. **Сурков, В.В.** *Электромагнитные эффекты при землетрясениях и взрывах / В.В. Сурков. – М. : МИФИ, 2000. – 408 с.*
173. **Сурков, В.С.** *Геологическое строение Алтае-Саянской складчатой области на основе комплексной интерпретации геологических и геофизических материалов. Отчет по теме № 348 / В.С. Сурков, О.Г. Жеро, Д.Ф. Уманцев и др.. – Новосибирск : СНИИГГИМС, 1970. - 327 с.*
174. **Сухова, М.Г.** *Биоклиматические условия жизнедеятельности человека в Алтае-Саянской горной стране / М.Г. Сухова. – Томск : Изд-во Том. Ун-та, 2009. – 260 с.*
175. **Тарасов, Л.В.** *Физика в природе / Л.В. Тарасов. - М. : Просвещение, 1988. – 351 с.*
176. **Трухин, В.И.** *Общая и экологическая геофизика / В.И. Трухин, К.В. Показеев, В.Е. Куницын. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 576 с.*
177. **Туркин, Ю.А.** *Геология и структурно-вещевственные комплексы Горного Алтая / Ю.А. Туркин, С.И. Федак ; под ред. В.М. Исакова. – Томск : STT, 2008. – 460 с.*
178. **Файнберг, Э.Б.** *Генерация тепловых потоков в недрах Земли мировыми магнитными бурями / Э.Б. Файнберг, А.А. Авагинов, В.А. Загарник, Т.А. Васильева // Физика Земли. — 2004. — №1. – С. 51-62.*
179. **Фейнман, Р.** *Фейнмановские лекции по физике. Электричество и магнетизм. Т.5. / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс - М. : Мир, 1966. – 296 с.*
180. **Филлипов, А.Х.** *Связь электрических параметров атмосферы с солнечной и геомагнитной активностью / А.Х. Филлипов // Магнитосферные явления. Атмосферное электричество и солнечно-земные связи. - 1990. – № 5. —С. 18-24.*
181. **Франк, В.В.** *Лесные пожары и состояние атмосферы / В.В. Франк // Лесные пожары и их последствия. - Красноярск : ИЛ и ДСОАН СССР, 1985. - С. 83-101.*

182. **Чалмерс, Дж. А.** *Атмосферное электричество / Дж. А. Чалмерс. - Л. : Гидрометеоиздат, 1974. - 421 с.*
183. **Часовенная, А.А.** *Фитонциды и садово-парковые биологические системы / А.А. Часовенная // Фитонциды. – Киев : Наукова думка, 1981. — С. 148-152.*
184. **Шахраманьян, М.А.** *Новые информационные технологии в задачах обеспечения национальной безопасности России (природно-техногенные аспекты) / М.А. Шахраманьян. – М. : ФЦ ВНИИ ГОЧС, 2003. – 398 с.*
185. Шерман, С.И. *Физические закономерности развития разломов земной коры / С.И. Шерман. – Новосибирск : Наука. Сиб-отд-ие, 1977. – 102 с.*
186. Шерман, С.И. *Области динамического влияния разломов / С.И. Шерман, С.А. Борняков, В.И. Буддо. – Новосибирск : Наука. Сиб-отд-ие, 1983. – 112 с.*
187. **Шестопалов, И.П.** *Вспышки СКЛ и крупномасштабные структуры межпланетной среды: Прогноз солнечных протонных событий / И.П. Шестопалов, В.В. Бенгин, Т.Я. Колесов [и др.] // Космические исследования. — 1992. —Т. 30. — №5. – С. 684.*
188. **Шестопалов, И.П.** *Вспышки СКЛ и крупномасштабные структуры межпланетной среды: Прогноз солнечных протонных событий / И.П. Шестопалов, В.В. Бенгин, Т.Я. Колесов [и др.] // Космические исследования. — 1992. —Т. 30. - №6. — с. 816.*
189. **Шестопалов, И.П.** *Вспышки СКЛ и межпланетные потоки солнечного ветра / И.П. Шестопалов, Г.Я. Колесов, В.М. Петров [и др.] // Космические исследования. — 1992. — Т. 30. — №4. – С.547.*
190. **Шестопалов, И.П.** *Корреляция сейсмических и биологических процессов с солнечной активностью / И.П. Шестопалов, А.А. Конрадов, Е.П. Харин // Геофизика. — 1998. - Т. 43. — №4.– С. 706-709.*
191. **Щетинский, Е.А.** *Авиационная охрана лесов. Учебное пособие для летчиков наблюдателей / Е.А. Щетинский. – М. : ВНИИЛМ, 2001. - 488 с.*
192. **Щетинский, Е.А.** *Тушение лесных пожаров: пособие для лесных пожарных / Е.А. Щетинский. – М. : ВНИИЛМ, 2002. - 104 с.*
193. **Язев, С.А.** *Солнечная активность в периоды минимумов / С.А. Язев, К.Т. Леви, А.В. Задонина, В.И. Воронин // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. – Иркутск : ИЗК СО РАН. — 2010. - Вып. 6. - С. 194-208.*
194. ***Astronomy and Geophysick**. — 2004. — V.45. — № 43. - P. 327.*
195. **Kuznetsov V.V.** *A model of virtual geomagnetic pole motion during reversals. Phys. Earth Plan. Inter., 1999. - V.115 - P. 173-179.*
196. Mae de Vol Lethbridge. *Thunderstroms, Cosmic Rays and Solar-Lunar Influeces // Jorn. Of Geophys. Res. Vol.95. — №09. Aug.20. — 1990. P. 13645-13649.*
197. **Newitt L.R.**, *Mandea M., Mc Kee L. A. and Orgeval J.J. Recent acceleration of the North Magnetic Pole lined to magnetic jerk EOS. Transactions AGU. — 2002. - V.83. - P. 385-389.*
198. **Smeyer**, *Franklin R., Model for the prediction of lightningconsed forest fires // Milwankee. Symp. Autamat Contr. Milwaukes. Wiac. 1974. - New York, 1974. - P. 203-208.*
199. **Spaceflight**. *— 2003. — № 2. P. 50*
200. **Stocks B.J.** *Global warming and forest fires in Canada // The forestry Chronicle. 1993. 69. 290*
201. **Uman M.** *The Lightning Discharge. - N.Y. : Acad. Press.. — 1987. — 377 p.*
202. **Winckler J. R.**, *Zions W.A., Nelson T.E., Nemzek R.J. New high-resolution ground-based Sprites// Geophys. Ros.D. – 1996. – 101, № 3. – H/6997-7004.*

ПРИЛОЖЕНИЕ. ОТДЕЛЬНЫЕ РИСУНКИ К ГЛАВАМ

Рис. 3.1. Орографическая схема территории Республики Алтай с указанием мест расположения ГМС

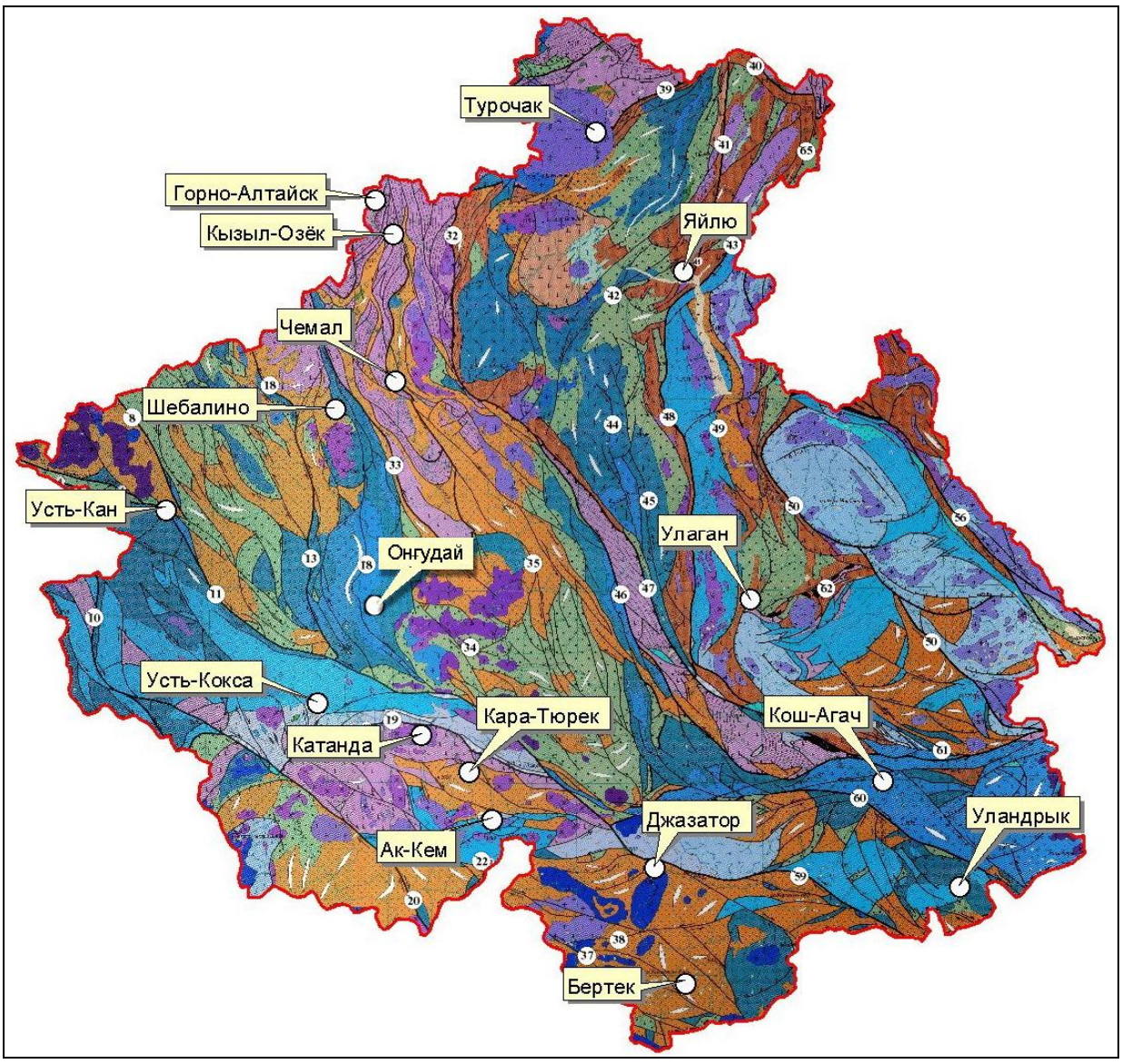
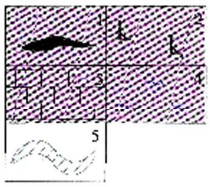
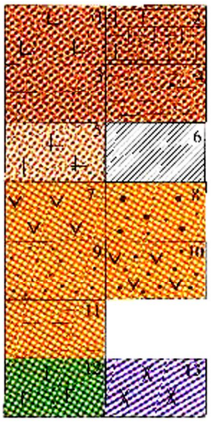


Рис. 3.2. Фрагмент Структурно-формационной схемы (М: 1:1 000 000) территории Республики Алтай по (Туркин, Федак, 2009) с нанесенными местами расположения ГМС: 8 - Сибирячихинский; 10 - Хайдунско-Тигерецкий; 11 - Терехтинский; 18 - Туэктинский; 19 - Кучерлинский (Южно-Терехтинский); 20 - Берельский (Южно-Алтайский); 22 - Белухинский; 32 - Каракольский; 33 - Сарасинско-Семинский; 34 - Сальджарский; 35 - Айгулакский; 37 - Чиндагатуский; 38 - Алахинский; 39 - Сийский; 40 - Алтае-Северосаянский; 41 - Алтае-Кузнецкий; 42 - Чуринский; 43 - Телецко-Кандатский (Северо-Саянский); 44 - Бельско-Учальский; 45 - Тонгошский; 46 - Баратальский; 47 - Кадринский; 48 - Телецкий; 49 - Телецко-Башкаусский; 50 - Башкаусско-Каракемский; 56 - Шапшальский; 59 - Саржематинский; 60 - Ташантинский; 61 - Бугузунский (Курайская зона разломов); 62 - Кабак-Тайгинская зона разломов.

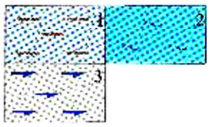
Структурно-вещественные мегакомплексы



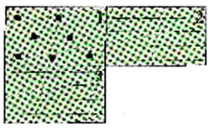
Океанический СВМК (R_3-$Є_1$):
1 – гипербазитовая (дунит-гарцбургитовая) и офиолитовая формации;
2 – базальтовая толеитовая и трахибазальтовая формации;
3 – кремнисто-карбонатная и кремнисто-карбонатно-глинистая формации ;
4 – зеленосланцевые комплексы аккреционного клина;
5 – комплексы серпентинитового и полимиктового меланжа



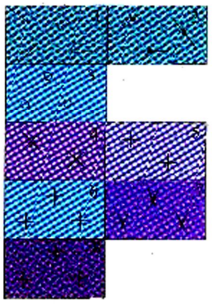
Островодужный СВМК. Раннеостроводужные ($Є_1$):
1 – формации натровых базальтов-плагиориолитов (спилит-кератофировая) и бонинитов, андезит-базальтовая формация;
2 – известняково-граувакковая формация;
3 – флишоидно-граувакковая формация преддугового прогиба;
4 – терригенная флишоидная (олистостромово-турбидитовая) формация склонов глубоководного желоба;
5 – габбро-плагиогранитная формация;
6 – формации островодужных офиолитов.
Позднеостроводужные ($Є_2$-O_1):
7 – базальт-андезитовая и трахибазальтовая формации;
8 – малассоидная карбонатно-терригенная формация инверсионных поднятий;
9 – флишоидная (турбидитовая),
10 – вулканогенная флишоидная,
11 – кремнисто-сланцевая формации склонов дуги аккреционно-коллизионной стадии;
12 – перидотит-пироксенит-габбровая и сиенит-габбровая формации;
13 – габбро-диорит-грано-диоритовая формация



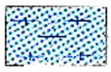
Метаморфические образования океанического и островодужного этапов:
1 – глаукофан-зеленосланцевая, эклогит-глаукофан-сланцевая, кианит-гнейсовая формации аккреционно-коллизионной стадии;
2 – зеленосланцевая, кристаллосланцевая и мигматит-плагиогранитная формации;
3 – гнейсово-амфиболитовая формация



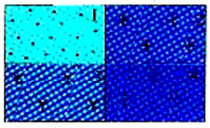
Пассивно-окраинно-континентальный СВМК (O_1-D_1):
1 – молассовая карбонатно-терригенная, алевритово-песчаная и песчано-галечниковая, олигомиктовая и полимиктовая глинисто-песчаная формации:
2 – флишоидная и аспидно-сланцевая формации;
3 – кремнисто-сланцевая и кремнисто-терригенная глинисто-песчаная формации



Активно-окраинно-континентальный СВМК (D_1-D_3). Подразделения:
1 – красноцветной вулканогенной малассовой, базальт-андезит-риолитовой, андезитовой, дацит-риолитовой и риолитовой формаций ранней субдукционной стадии;
2 – континентальной молассовой,базальт-трахибазальтовой, бимодальной базальт-риолитовой, трахириолитовой формаций межгорных прогибов субдукционной стадия зоны тыловых рифтов;
3 – верхнемолассовые формации межгорных прогибов субдукционно-аккреционной стадии;
4 – габбро-диорит-гранодиоритовой формации субдукционной стадии,
5 – гранодиорит-гранитовой, гранитовой, гранит-лейкогранитовой формаций субдукционной стадии;
6 – гранит-граносиенитовая формация субдукционно-аккреционной стадии;
7 – тоналит-гранодиоритовой, диорит-гранодиоритовой формаций,
8 – гранитовой и гранит-лейкогранитовой формаций аккриционной стадии



Метаморфические образования активно-окраинно-континентального и коллизионного этапов: гнейсово-кристаллосланцевая и мигматит-гранитовая формации зональных метаморфических комплексов, метаморфиты андалузит-силлиманитовой фациальной серии



Коллизионно-внутриплитный СВМК (C_1-K_1). Подразделения: 1 – молассовых (верхние молассы, угленосные терригенные молассы) формаций наложенных и приразломных межгорных прогибов;
2 – гранит-лейкогранитовой и лейкогранитовой формаций коллизионной стадии;
3 – габбро-монцонит-сиенит-гранитовой формации позднеколлизионной стадии;
4 – гранит-лейкогранитовой, лейкогранитовой формаций с субформацией литий-фтористых гранитов

Внутриконтинентальный (платформенно-неоорогенный) (K_1-Q). Подразделения платформенной (комплекс кор выветривания) и неоорогенной стадий (терригенный аллювиально-озерный структурно-вещественный комплекс предгорных впадин)

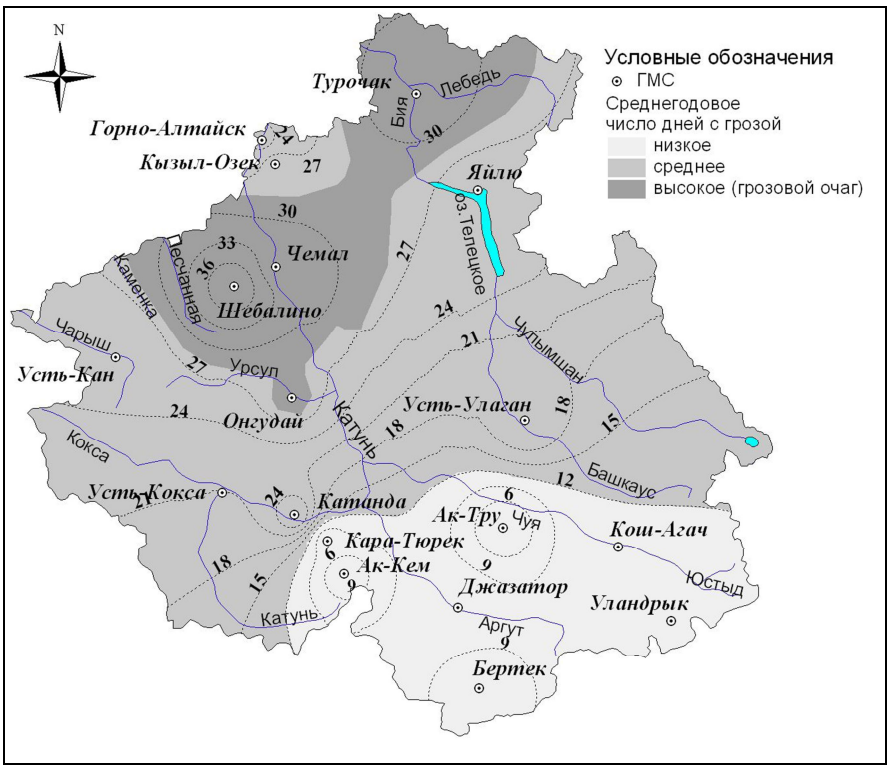


Рис. 3.3. Карта-схема районирования территории Республики Алтай с использованием среднегодового числа дней с грозой[14]

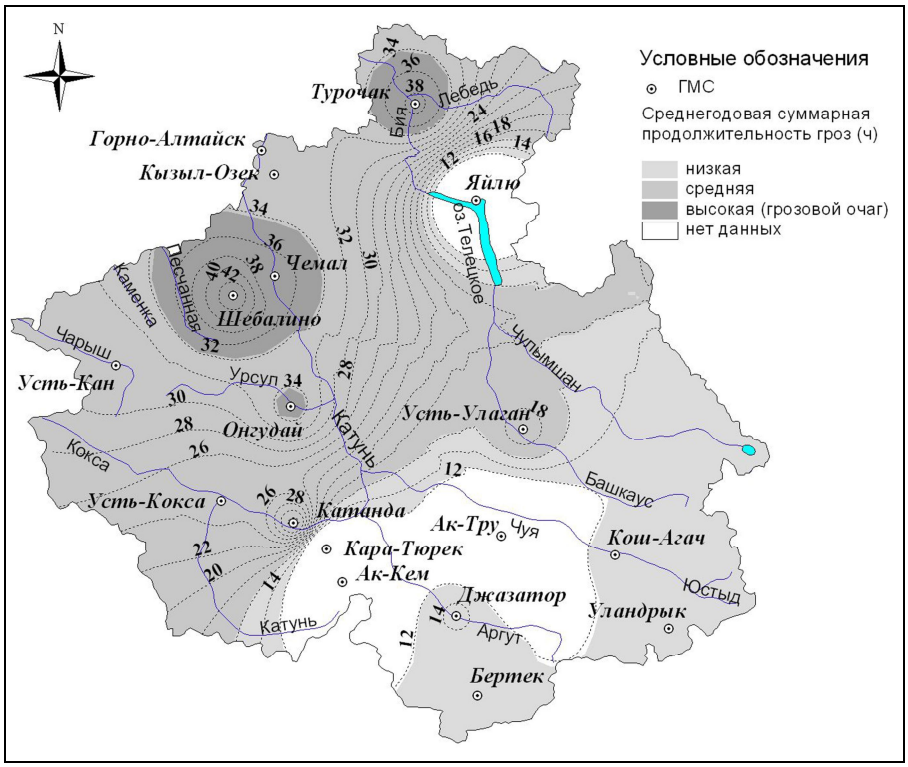


Рис. 3.4. Карта-схема районирования территории Республики Алтай с использованием среднегодовой суммарной продолжительности гроз

[14] *При построении изолиний (в соответствии с требованиями статистики) было учтено, что интервал между смежными линиями не должен превышать удвоенную ошибку вычисленного среднего: 2 дня для числа дней с грозой и 1.4 часа для суммарной продолжительности гроз.*

а) верховье реки Большая Громатуха, Теректинский хребет (фото В. Власов, 2010 г.)

б) гроза на Северо-Чуйском хребте (фото П. Филатов, 2009)

Рис. 3.10. Грозовые разряды на территории Республики Алтай

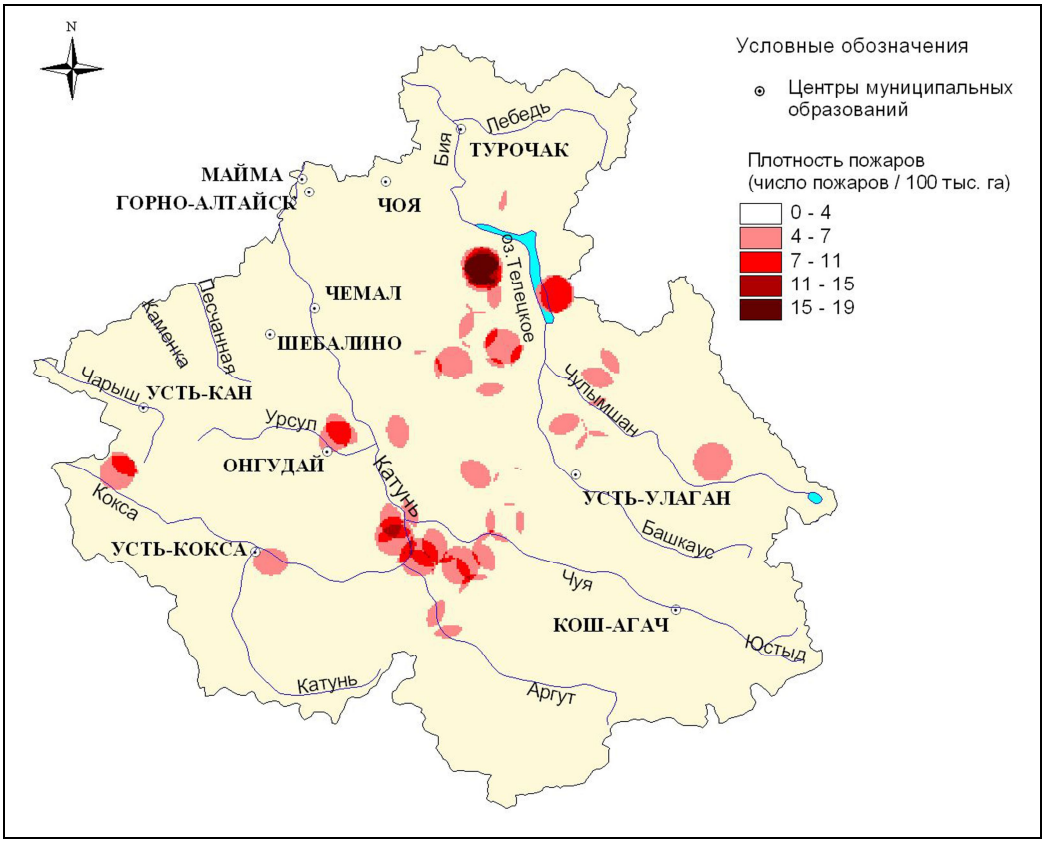


Рис. 4.3. Плотность грозовых пожаров (число пожаров / 100 тыс. га)

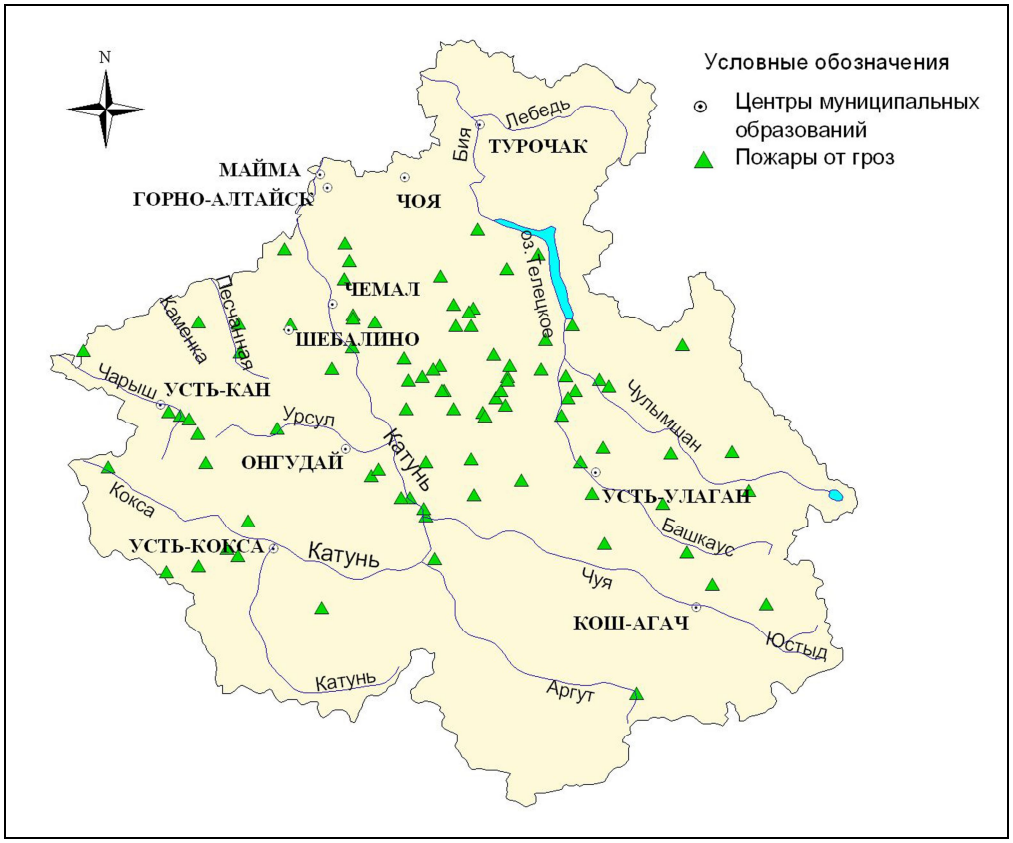


Рис. 4.5. Пространственное распределение грозовых лесных пожаров в 2001 году

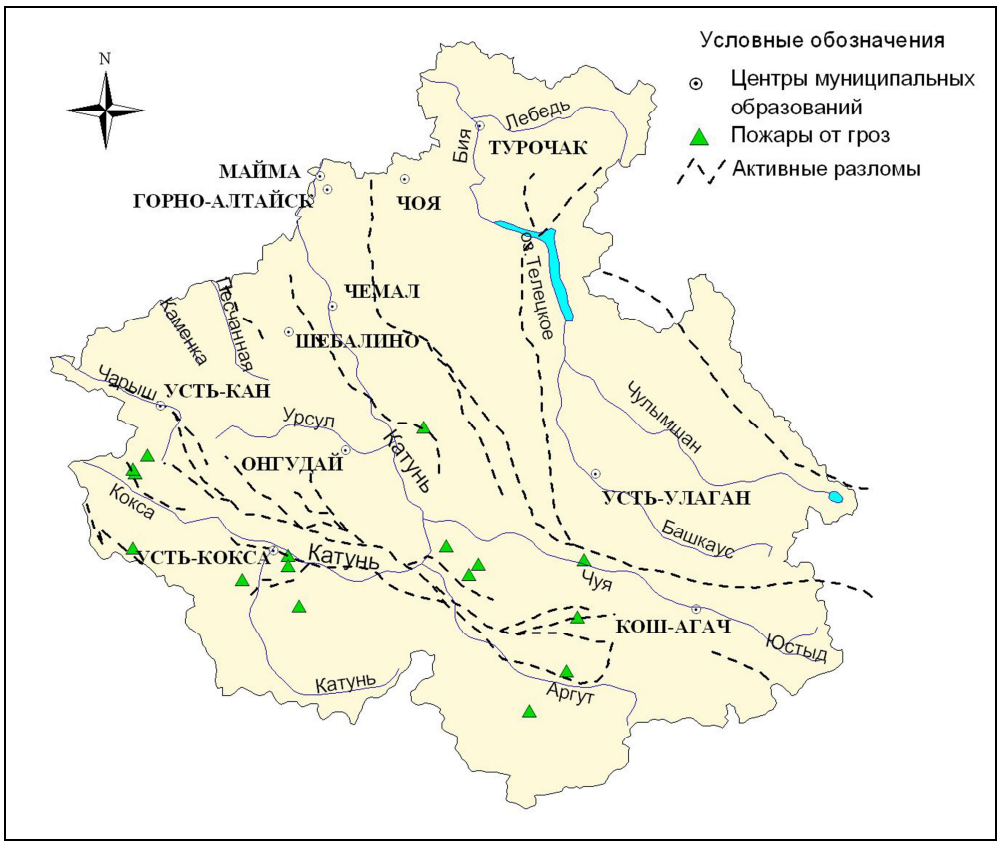


Рис. 4.6. Лесные пожары от гроз 2003 года

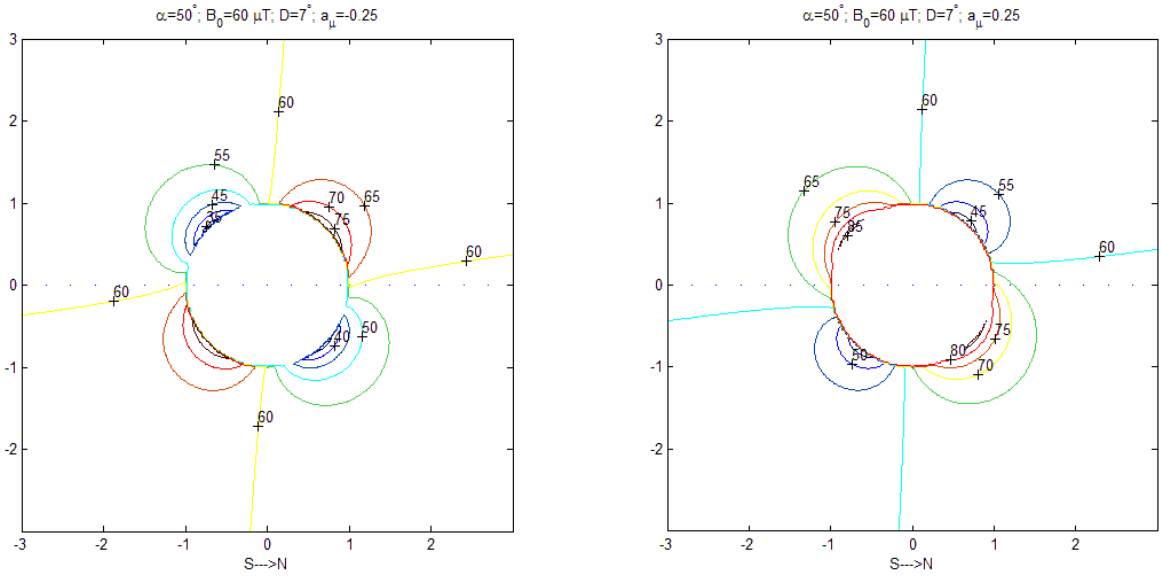
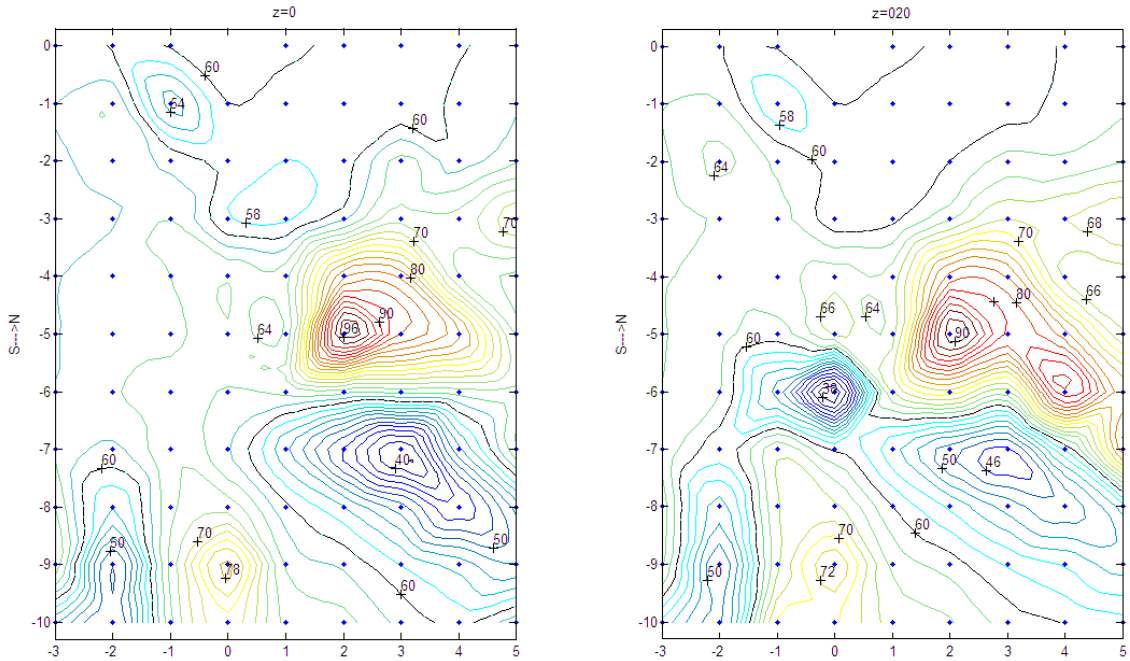
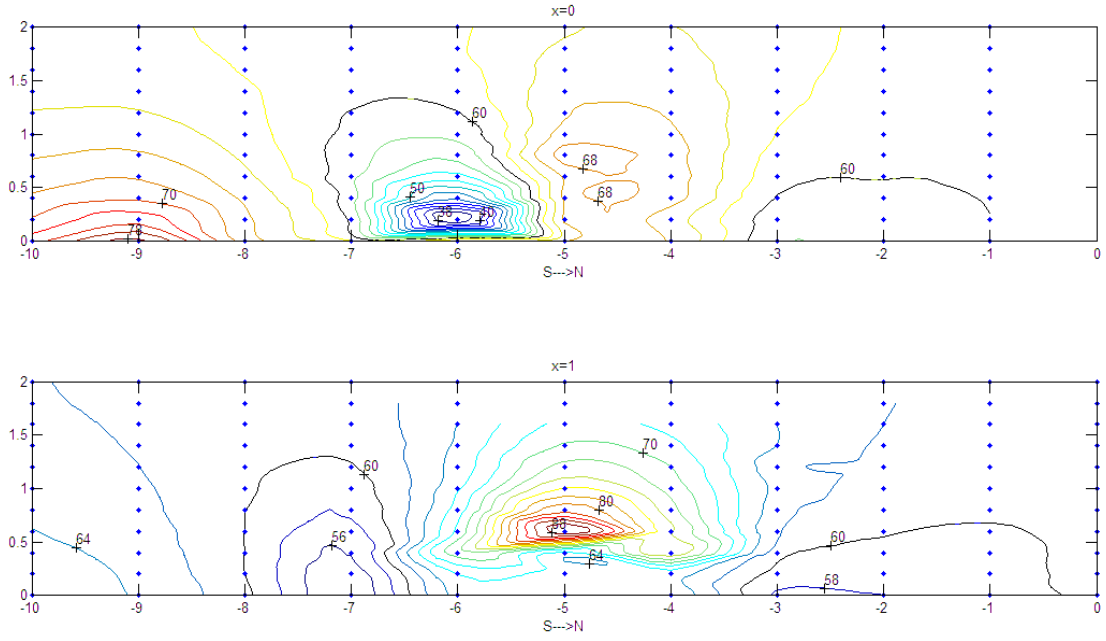


Рис. 5.10. Изолинии расчетного аномального поля в вертикальной плоскости, проходящей через центр ВД. Справа: a_μ=0.25, слева a_μ=-0.25. Цифрами у изолиний указаны значения поля в мкТл. За единицу расстояния принят радиус ВД. Север справа.



а)



б)

Рис. 5.9. Распределение магнитного поля одной из аномалий на Молниебойном хребтике.

а – горизонтальные сечения на высоте 0 и 20 см; б - меридиональные сечения через центр аномалии. Изолинии проведены через 2000 нТл. Расстояние между точками измерения по горизонтали 100 см, по вертикали 20 см

Научное издание

А.Н. Дмитриев, С.Ю. Кречетова, Н.А. Кочеева

ГРОЗЫ И ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ ОТ ГРОЗ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

МОНОГРАФИЯ

Подписано в печать 24.10.2011. Формат 60*84/16.
Бумага офсетная. Печ. л. – 20,0.
Заказ № 154. Тираж 300 экз.

РИО Горно-Алтайского государственного университета
649000, г. Горно-Алтайск, ул. Омская, 4/1.

Отпечатано полиграфическим отделом
Горно-Алтайского госуниверситета
649000, г. Горно-Алтайск, ул. Омская, 4/1