

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ НА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРНОГО АЛТАЯ

А.Н.Дмитриев, А.В.Шитов, Н.А. Кочеева, С.Ю. Кречетова,
М.Ю.Кречетова
Горно – Алтайский государственный университет,
г.Горно – Алтайск

Актуальность.

В настоящее время цивилизация испытывает возрастающее количество кризисов, которые все больше зависят от изменчивости ресурсов увлажнения и других компонентов экосферы (Глобальные проблемы биосферы, 2001). Современного уровня цивилизация достигла, во многом, благодаря климатическому оптимуму (Понько, 2001), длительность которого трудно предсказать. Все климатические процессы имеют свойство цикличности, следовательно, для нормальной жизни обществу необходимо знание факторов, позволяющих заблаговременно предсказывать характер предстоящих перемен. Важно выяснить, будем мы жить во время восходящей или нисходящей фазы климатического цикла. Одним из таких факторов может служить грозопроявление. К сожалению, «состояние прогностической проблемы, решаемой традиционными способами таково, что в свое ближайшее будущее наша цивилизация движется почти вслепую» (Понько, 2001, с.4).

Наиболее подвижным компонентом природной среды является атмосфера, а ее составная часть – атмосферное электричество позволяет всем живым организмам нетрадиционным способом заблаговременно получать информацию о приближающихся изменениях (Овчарова, 1988). Грозы – это одно из наиболее энергоемких и разнообразных проявлений атмосферного электричества. В текущее время скоростного изменения климата Земли грозоактивность становится прямым указателем на

региональные особенности преобразования климатической машины, и именно грозы сопровождают основные процессы разрушительного характера: смерчи, торнадо, ураганы, тайфуны и др.

В настоящее время при изучении гроз на территориях различного масштаба используются либо стандартные климатологические характеристики гроз, либо данные конкретных инструментальных наблюдений. При оценке по климатологическим характеристикам на больших площадях существуют серьезные трудности интерпретации этих данных; все еще не дооценивается грозоактивность даже в новых учебниках по климатологии (Хромов, 1983; Дроздов, Васильев и др., 1989). В настоящее время возникла острая необходимость детального учета гроз для установления общих закономерностей в распределении гроз и для решения конкретных задач отдельных отраслей народного хозяйства.

Карты распределения грозовой активности нацелены на обнаружение Мировых очагов гроз и построены для больших площадей. Они являются мелкомасштабными, что затрудняет их конкретное использование. По многим отраслям народного хозяйства, в связи с резким нарастанием грозоактивности требуются более подробные данные о режиме распределения гроз в конкретных районах и с учетом локальных особенностей (Есипенко, Дульзон, 1990).

Характер грозовой активности Горного Алтая представляет особый интерес: во-первых, в связи с возрастанием понимания значения горных систем в экологическом состоянии Земли; во-вторых, в связи со скоростными климатическими переменами (Дмитриев, 1998; Хогтон, 1987); в-третьих, в связи с попытками прогноза неблагоприятных явлений.

В то же время, даже последние годы все еще недостаточно внимания уделяется влиянию особенностей геолого-геофизических структур и полей строения на высоковольтные линии электропередач. Известны случаи

полной утечки энергии в землю (октябрь 1981 г. с. Тагда, Усть-Коксинского района) из высоковольтной ЛЭП. Подобные случаи крайне нежелательны, т.к. повышают аварийность на ЛЭП и связанное с ним отключение электроэнергии населенных пунктов, приводят к экономическим потерям. Подобные случаи учащаются не только в России, но и в США, Франции, Канаде и др. Отмечаются также случаи ураганной накачки электроэнергией в ЛЭП во время очень сильных геомагнитных бурь. Например, в марте 1989 года, за счет магнитной бури в высоковольтных ЛЭП Канады и США было зарегистрировано увеличение напряженности на 40% (!), что привело к перегоранию подстанций и параличу энергосистемы восточных штатов США и Канады.

Для изучения влияния атмосферных процессов на аварийность ЛЭП Республики Алтай нами использовалась база данных АО «Горно-Алтайэнерго» (1992-1998гг.), данные по грозоактивности по метеостанциям республики с 1955 по 1998 гг. составленные на основании журналов Гидрометеоцентра Республики Алтай. Кроме этого использовалась разработанная нами СУБД «Гроза».

Впервые на территории Горного Алтая было проведено сопоставление аварий на ЛЭП-110 кВ и гроз. С помощью СУБД «Гроза» с учетом 11370 гроз были построены графики зависимости количества аварий на ЛЭП в дни проявления гроз по метеостанциям, зависимости количества аварий от причин отключения электроэнергии и др.

На сегодняшний день к характеристикам гроз относим показатели, как количество дней с грозой, продолжительность гроз и т.д. В наших исследованиях исследуется количество и продолжительность гроз. Практическое значение работы заключается в определении районов наибольшего повреждения технических сооружений. Были рассмотрены линии электропередач (ЛЭП).

Проведенный анализ полученных результатов показал, что линии электропередач подвергаются

разрушительному воздействию гроз повсеместно. В грозобойных районах, как показала статическая обработка данных, количество аварий по причине попадания молний значительно возрастает (рис.1). В тех районах, где гроз бывает, относительно, немного количество аварий по этой причине резко снижается. Другими словами кривая фонового значения грозоактивности в общих чертах повторяет кривую аварий в дни проявления гроз.

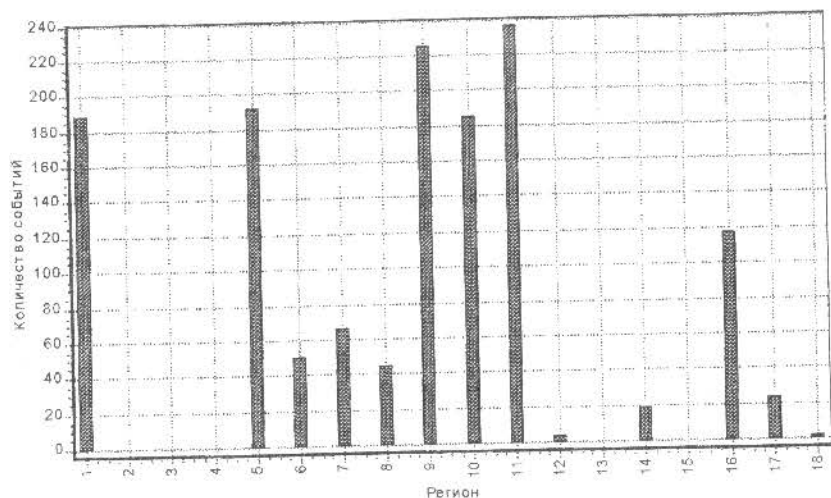


Рис. 1. Количество аварий на ЛЭП в дни проявления метеостанциям Горного Алтая. Список номеров метеостанций приводится в таблице 1.

Таблица 1
Список номеров метеостанций

Номер	Метеостанция	Номер	Метеостанция
1	Горно-Алтайск	8	Усть-Кокса
2	Чемал	9	Турочак
3	Уландрык	10	Кызыл-Озек
4	Бертек	11	Шебалино

5	Онгудай	12	Ак-Кем
6	Улаган	13	Катаңда
7	Усть-Кан	14	Кош-Агач

Показательным является график зависимости количества аварий от причин повреждений ЛЭП (рис.2). В «Горно-Алтайэнерго» ведутся журналы, в которых производится запись времени аварии, ее причин и другие сведения (табл.2). В данном случае нам было интересно выяснить, существует ли какая-то корреляция между количеством повреждений и причиной повреждения. Оказалось, что гроза вызывает повреждение ЛЭП в среднем в десять раз чаще, чем другие причины.

Существует и другая сторона исследуемого процесса. ЛЭП прокладываются для обеспечения населения электроэнергией, следовательно, их протягивают в наиболее густо населенные районы. В Горном Алтае такими районами являются западные и северо-западные. В этих районах и будет наибольшая повреждаемость линий электропередач, в том числе и при грозах. Проведенные в данной работе исследования позволяют прогнозировать грозоповреждения на ЛЭП в разных районах Горного Алтая, что в свою очередь даст возможность заблаговременно подготовить необходимые мероприятия.

Неожиданным, с точки зрения стандартных представлений, оказался факт резкого повышения аварийности на ЛЭП в 1995 году (рис.3). При этом следует подчеркнуть что, в 1995 году грозовая активность в Горном Алтае начала снижаться и поэтому можно было предположить, что аварийность будет следовать за этим процессом, но оказалось наоборот — повышение аварийности. Причины этого расхождения предстоит выяснить. Уже сегодня нужно говорить о необходимости наблюдений и более детального изучения геолого-геофизических особенностей территории и учитывать грозобойность районов при прокладке ЛЭП.

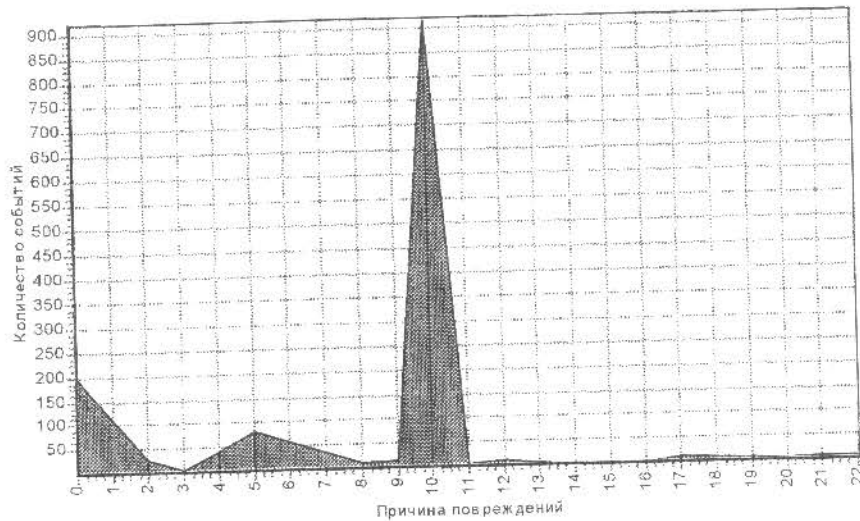


Рис. 2. Количество повреждений на ЛЭП по различным причинам (1—обрыв, 2—наброс мощности, 3—исчезновение напряжения, 4—ветер, 5—устанавливается, 6—причина Б, 7—ремонт, 8—сгорела катушка, 9—дождь, 10—гроза, 11—сорвало опоры, 12—противовесы, 13—неизвестна, 14—расплавление, 15—повреждение, 16—короткое замыкание, 17—отбор мощности, 18—ВЭС, 19—наброс тока, 20—прямой удар, 21—сигнал, 22—снег).

Имеет смысл высказать следующее предположение о причине резкого повышения аварийности на ЛЭП в 1995 году, в условиях снижения общего количества гроз. Дело в том, что 1995 год является «переломным» годом в смене Солнечного цикла — заканчивался 22-ой (четный) и зарождался — 23-ий (нечетный). Этому времени смены Солнечных циклов соответствует минимум Солнечной активности. Как мы уже отметили, Горный Алтай является высоко радиочувствительной территорией и в периоды высокой активности Солнца электрические процессы грозовых проявлений, видимо,

контролируются солнечными процессами.

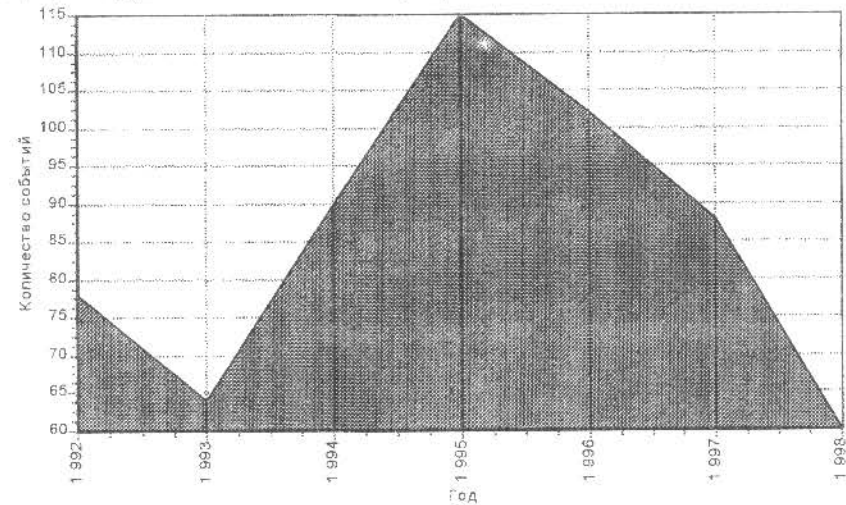


Рис.3. Распределение аварий на ЛЭП по годам на территории Горного Алтая

В период же минимальной активности Солнца электроразрядные процессы гроз Горного Алтая, становятся высокочувствительными к техническим электросистемам и начинают взаимодействовать с ЛЭП и подстанциями. В любом случае этот вопрос требует дальнейшего частного изучения, особенно в связи с планами широкой электрификации Горного Алтая.

Кроме этого наши исследования позволяют предположить усиление грозовой активности в ближайшие 4–5 лет, а это тоже приведет к увеличению аварийности на линиях электропередач, т.е. к потерям дефицитной в нашем регионе электроэнергии. С другой стороны выход на годы спокойного Солнца, минимуму активности, вызовет резкое повышение аварийности в связи с «переключением» чувствительности гроз на техногенное изменение природной электросреды Горного Алтая, т.е. на ЛЭП.

Чаще всего аварии на ЛЭП происходят по причинам

природного характера (рис.2). Основными из них являются ветер и гроза, они составляют до 70% (АК-415 – 78%) от общего числа аварий. Здесь уместно отметить, что более 90% гроз сопровождаются сильными порывами ветра.

Исследуя территорию Горного Алтая по количеству гроз, можно установить постоянные во времени грозовые очаги. Их три: Турочак, Онгудай и Шебалино (рис.4). Следовательно, места их расположения это районы наибольшего риска аварийности ЛЭП. Кроме того, существуют грозовые очаги непостоянные во времени: Чемал, Катанда, Кызыл-Озёк. Эти районы характеризуются значительной аварийностью. Средняя продолжительность гроз по Горному Алтаю ниже в два с лишним раза.

Таблица 2
Фрагмент базы данных по причинам аварий на ЛЭП – 110 кВ

Дата	время	Нас.пункт	№ВЛ – 110	Причина отключения
12	23:58	Черга	ЧТ – 181	гроза
13	0:25	Черга	ЧТ – 181	гроза
13	5:50	Черга	ПЧ – 3	гроза
13	6:55	Черга	ПЧ – 3	гроза
16	16:30	Черга	ЧТ – 181	гроза
16	17:30	Черга	ЧТ – 181	гроза
16	17:50	Черга	ОВ – 110	гроза
17	11:05	Черга		сорвало опору
17	11:15	Черга	ЧТ – 181	противовес
17	16:08	Черга	ЧТ – 181	противовес

Повреждения ЛЭП распределяются по территории Алтая неравномерно. Существуют линии электропередачи с максимальными потерями электроэнергии. Это СМ – 413, АУ – 430, ИА – 83.

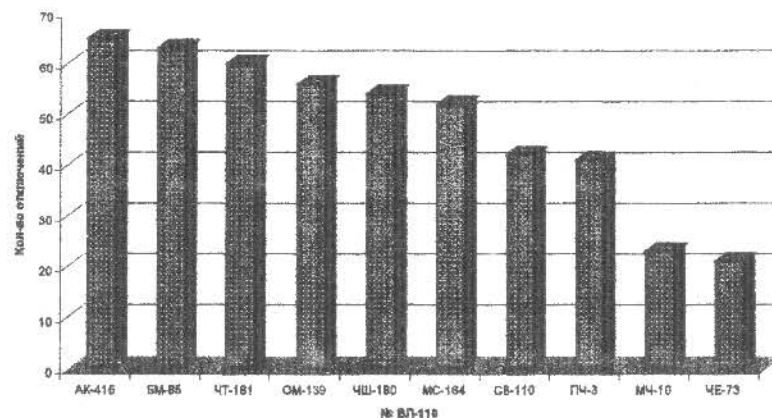
За 1992 г. на линии ЧТ – 181 было зафиксировано около тридцати случаев обрыва ЛЭП. Этими причинами, в основном, стала гроза.

В 1993г. на линии АК – 415 зафиксировано более семнадцати случаев обрыва ЛЭП, в результате техногенных причин.

Линия ЧТ – 181 также остается наиболее опасным районом по обрывам и потере электрической энергии.

В целом ситуация следующая: с 1992 по период 1998гг. максимальное количество отключений на ЛЭП зафиксировано в районе АК – 415, БМ – 85, ЧТ – 181, ОМ – 139, ЧШ – 180 и МС – 164, здесь количество отключений достигает шестидесяти количеств (73%). На СВ – 110 и ПЧ – 3 зафиксировано около сорока случаев (18%). На МЧ – 10 и ЧЕ – 73 незначительное количество отключений – 9%).

Количество отключений на ЛЭП-110 кВ (1992-98 гг.)



Согласно анализа нескольких тысяч отключений в результате аварий на ЛЭП Горного Алтая оказалось, что около 90% аварий вызвано грозовыми разрядами. Характерно, также, что размещение очагов

грозовывреждения ЛЭП крайне неравномерно.

Изучение неравномерности пространственного и временного распределения аварий по линиям электропередач Горного Алтая обнаруживает несколько общих закономерностей:

1) Существует периодизация повреждения ЛЭП во времени, причем максимум отключений происходит в годы спокойного Солнца;

2) Миграция основных очагов гроз подчинена четности Солнечных циклов, т.е. грозные процессы Горного Алтая реагируют на смену знака магнитного диполя и Солнечных пятен;

3) Выявленный грозовой меридиан на территории Горного Алтая строго локализуется в соответствии со структурно-тектонической характеристикой региона.

Более детальное изучение видов грозных повреждений ЛЭП (повреждения опор, изоляторов, подстанций и др.) вскрыло и сгущение различных повреждений на разных участках. Изучение качества геолого-геофизической среды в очагах грозовывреждения ЛЭП обнаруживает специфику данных мест (понижение электрического сопротивления грунтов, максимальное напряжение теллурических токов, глубинная электрогенерация, повышенная почвенная и атмосферная электропроводность и др.). Характерно также и то, что в зонах вертикального, (межгеосферного) энергоперетока, особенно в участках активных разломов отмечаются «не санкционированные» утечки или наброс мощности на линии.

Исследуя территорию Горного Алтая по количеству гроз, мы установили, что существуют постоянные во времени грозные очаги. Их три: Турочак, Онгудай и Шебалино. Следовательно места их расположения это районы наибольшего риска аварий на ЛЭП. Кроме этого существуют грозные очаги непостоянные во времени: Чемал, Катанда, Кызыл-Озек. Эти районы характеризуются значительной аварийностью. Вместе эти шесть ГМС составляют 33% территории Горного Алтая.

Кроме того, при районировании они попадают в тип территории с повышенной грозовой активностью.

Еще пять ГМС определяют территорию со средней грозовой активностью: Усть-Кан, Улаган, Усть-Кокса, Горно-Алтайск, Яйлю. Мы относим ГМС Усть-Кан и Улаган к категории пульсирующих грозных очагов.

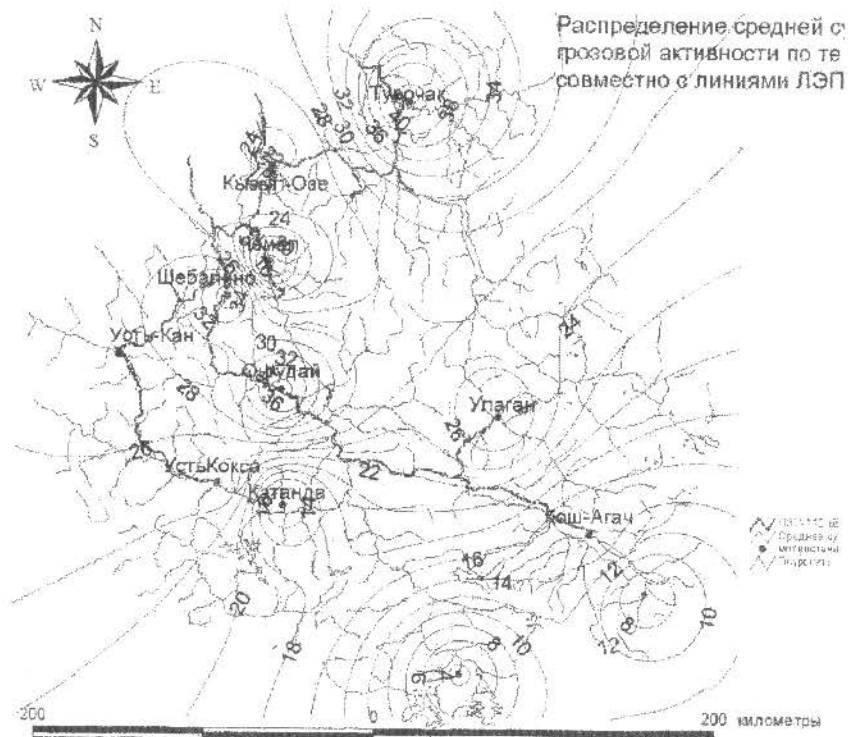


Рис.4. Карта распределения ЛЭП-110 кВ и изолиний средней суммарной грозовой активности

По продолжительности гроз на первое место вых Усть-Кан, Улаган и Турочак. Две первых ГМС характеризуются близкими значениями средней продолжительности гроз между ними и Турочаком более значительная продолжительность гроз на трех указанных ГМС с

превышает этот показатель на других ГМС. продолжительность гроз по Горному Алтаю ниже в два с лишнем средняя продолжительность гроз на ГМС Усть-Кан и дает основание говорить, что район с. Турочак наиболее опасный в Горном Алтае. Введение фактора продолжительности увеличивает степень риска аварийности в два раза еще на (Усть-Кан и Улаган). Таким образом, площадь наиболее опасных районов увеличивается на 11% и составляет в территории Горного Алтая.

Размещение основных грозовых очагов Горного Алтая иллюстрирует меридиональную ориентацию оси миграции очагов гроз и соответствует ориентации течения реки Катунь, протекающей по структуре глубинного разлома. Именно к этой территории и относятся основные высыпания аварий на ЛЭП от грозовых разрядов (рис.4).

Проведенные исследования по новому ставят вопросы грозозащиты ЛЭП. Наличие «подземных гроз» значительно проблематизирует возможную грозозащиту, поскольку глубинные электрические разряды могут сопрягаться с атмосферными грозами. Проблемы грозозащиты ЛЭП будут обостряться и в связи со скоростным изменением климата, уже отмечается резкое изменение разнообразия гроз, увеличение их энергии и частоты встречаемости. Нарастает и общее количество грозоповреждений ЛЭП.

Для анализа использовались данные по крупным авариям на ЛЭП – 110, 10, 35 кВ по журналам Горно-Алтайского филиала АО «Алтай-Энерго» и данные сети гидрометеостанций Республики Алтай по грозовой активности.

В результате были построены графики:

1. грозовой активности и количества повреждений на АПВ (умноженное на 6);
2. Повреждения ЛЭП – 10 кВ грозовыми разрядами (общее количество повреждений подстанционного оборудования);
3. Повреждение ЛЭП – 110 кВ грозовыми разрядами;

4. Суммарное количество отключений от грозовых перенапряжений ЛЭП – 10, 35, 110 кВ).

В связи с недостаточным количеством информации для полного анализа отдельных типов отключений, мы анализировали только суммарное количество отключений.

Анализ был произведен по алгоритму распознавания образов, для выявления степени связи динамики грозовой активности по территории и аварийности на ЛЭП.

В результате данного анализа было выявлено, что представленный период по связи грозовой активности и аварийности на ЛЭП разделяется на две части: 1979 – 1986 и 1987 – 1997 гг.

При этом, коэффициент корреляции первого периода составляет – 0,58, второго периода 0,55.

В результате проведенной работы были построены карты среднего числа гроз и средней продолжительности исследуемой территории. Результаты аналитической обработки карт могут быть полезными для проведения мероприятий безопасности работы ЛЭП.

Данное исследование показывает, что в республике Алтай в последние годы существенно повышается влияние гроз на ЛЭП. Причем, во многих случаях наблюдается прямое, исключительное воздействие гроз только на ЛЭП и подстанции, что говорит об изменении физических свойствах гроз и тяготении мест их генерации к местам расположения ЛЭП.

Это свойство гроз и общей геолого – геофизической специфики Алтая определяет существенные потери электроэнергии, особенно при транспортировке на дальние расстояния и требует предварительной предпроектного исследования мест предполагаемого проведения ЛЭП и размещения подстанций.

Полученные результаты представляются весьма значительными и подлежат учету при разработке прогнозов техногенной нагрузки территории и выявлению мест и времени повышенного экологического

риска для того или иного района Республики Алтай. Это особенно важно для прогноза грозобойных аварий на высоковольтных линиях.

Работы поддержаны программой «Университеты России» грант №УР.09.01.056.

Литература:

- Васильев В.А., Дроздов О.А., Кобышева Н.В. и др. Климатология. — Л.: Гидрометеоиздат, 1989. — 568 с.
- Воробьев А.А. Физические условия залегания и свойства глубинного вещества: Высокие электрические поля в земных недрах. — Томск: Изд-во ТГУ, 1975. — 296 с.
- Глобальные проблемы биосферы. Чтения памяти академика А.Л. Яншина. Вып. 1. — М.: Наука, 2001. — 198 с.
- Дмитриев А.Н. Природные самосветящиеся образования. — Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1998. — 242 с.
- Дульзон А.А. Грозозащита линий электропередач. — Томск: Изд-во ТГУ, 1965. — 151 с.
- Овчарова В.Ф. Атмосферное электричество — один из основных параметров биоклимата. «Атмосферное электричество» // Труды II-го Всесоюзного симпозиума. Л., 1984. С. 79—80.
- Понько В.А. Введение в систему «Экопрогноз». Методология прогнозирования аномалий экосферы. — М.: Издат. дом «Новый век», 2000. — 136 с.
- Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. — Л.: Гидрометеоиздат, 1983. — 455 с.
- Шитов А.В. Природные самосветящиеся образования как экологический фактор на территории Горного Алтая // Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геол. — мин. наук. — Томск: ТПУ, 1999. — 24 с.