

Забезпечення якості обслуговування має велике значення у сучасних телекомунікаційних мережах. Важливим також стає забезпечення гарантованого QoS у транспортній мережі. Запропоновано методику забезпечення QoS в MPLS – мережах із використанням технологій балансування і прогнозування трафіку.

Ключові слова: якість обслуговування, транспортна мережа, прогнозування трафіку.

Quality of service is important in modern telecommunication networks. Therefore it should be guaranteed in the transport network. Method of ensuring quality of service in MPLS-networks is proposed in this paper, using load balancing and traffic forecast techniques.

Key words: quality of service, transport network, traffic forecast.

УДК 621.391

С. И. ПРИХОДЬКО, д-р техн. наук, профессор, УкрГАЖТ, Харьков;
А. С. ЖУЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент, УкрГАЖТ, Харьков;
А. С. ВОЛКОВ, канд. техн. наук, ст. преп., УкрГАЖТ, Харьков;
Н. В. ПОЛЯНСКОВА, магистрант, УкрГАЖТ, Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СЕТЕЙ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ

Рассмотрены принципы построения систем коммутации цифровых сетей отделенческой оперативно-технологической связи. Предложена организация мостовых систем коммутации, объединяющих 2 Мбит/с потоки диспетчерских кругов в кольца нижнего и верхнего уровней. Определены основные функции цифровых мостовых систем коммутации. Разработана двухуровневая модель цифровой сети оперативно-технологической связи.

Ключевые слова: системы коммутации, двухуровневая модель, цифровая сеть связи.

Введение. Железнодорожная связь существенно отличается от привычной и знакомой нам в повседневной жизни телефонной связи. Она состоит из общетехнологической связи (ОбТС) и оперативно-технологической (ОТС), непосредственно связанной с процессами перевозки. Высокая скорость реагирования и оперативность принятия решения для железнодорожного транспорта – жизненно необходимые качества. А значит и организуемая связь должна быть высокоскоростной, надежной и бесперебойной. Преимуществом цифровых сетей ОТС является возможность организации коммутации каналов, обеспечивающей соединение между абонентами сети по коммутируемым каналам аналогично ОбТС, что позволяет организовать интегральную

© С. И. Приходько, А. С. Жученко, А. С. Волков, Н. В. Полянскова, 2013

сеть ОТС, объединяющую сети ОТС и ОбТС с использованием типичной аппаратуры ОбТС и обеспечением всех специфических функций ОТС.

Анализ основных достижений и литературы. Основная работа по управлению движением поездов осуществляется на отдельных участках железной дороги. Учитывая, что участков достаточно большое количество, и они расположены на значительном расстоянии друг от друга возникает необходимость эффективного управленческого аппарата и обеспечения связи между руководителями в центре управления железной дорогой и работниками на станциях и перегонах.

Для координации эксплуатационной работой железнодорожного транспорта, для организации движением поездов, управления энергосистемами, погрузкой, выгрузкой и другими технологическими операциями на отдельном участке железной дороги организовывается диспетчерский круг во главе с диспетчером.

Отделенческая оперативно–технологическая связь позволяет диспетчерам осуществлять установление соединения с абонентами соответствующих диспетчерских служб и с диспетчерами других отделений [1, 3].

Диспетчер также является абонентом диспетчерского круга, но при этом постоянно находится в режиме прослушивания группового канала и имеет приоритетное право индивидуального, группового или циркулярного вызова.

Цель исследования. Целью данной работы является исследование принципов построения цифровых систем коммутации без ответвления, с ответвлением, а также колец верхнего и нижнего уровня цифровых сетей оперативно–технологической связи железнодорожного транспорта Украины.

Постановка задачи. Разработать двухуровневую модель сети оперативно–технологической связи. Изучить коммутационные процессы, происходящие в сетях отделенческой оперативно–технологической связи.

Основная часть исследований. В процессе исследования определены основные элементы цифровых сетей оперативно–технологической связи – цифровые системы коммутации (ЦСК), пульта оперативно–технологической связи (ПОТС), телефонные аппараты различных абонентов и радиостанции поездной связи [6]. Различают распорядительные (ПОТС–Р) и исполнительные (ПОТС–И) пульта оперативно–технологической связи.

Цифровая система коммутации обеспечивает организацию избирательной связи, подключение индивидуального ПОТС, а также группового канала, позволяет избежать объединения различных видов связи [5].

Для обеспечения связи диспетчера с абонентами в режиме «один говорит – все слушают» используется комплект конференцсвязи (ККС). ККС включает в себя кольца первичного цифрового канала (ПЦК), объединенные в групповой канал либо соединяет разговорные тракты отдельных индивидуальных каналов.

Кольцо ПЦК также является одним из элементов цифровой сети ОТС и представляет собой структуру на базе ПЦК в форме замкнутой линии [3, 4].

В отличие от диспетчерского ПОТС–Р пульты исполнителей (дежурных по станции и других абонентов) ПОТС–И в начальном состоянии отключены от группового канала [6]. При вызове диспетчером абонента ПОТС–И подключается к групповому каналу. На рис. 1 и рис. 2 наглядно представлены соединения при индивидуальном и циркулярном вызовах соответственно. Соединения, указанные на рисунке непрерывной линией, производятся через коммутационное поле (КП). При вызове диспетчера абонентом диспетчерский пульт подключается к групповому каналу через КП, после чего абонент вызывает диспетчера «голосом». При этом вызов поступает на диспетчерский пульт, даже если он занят другим разговором.

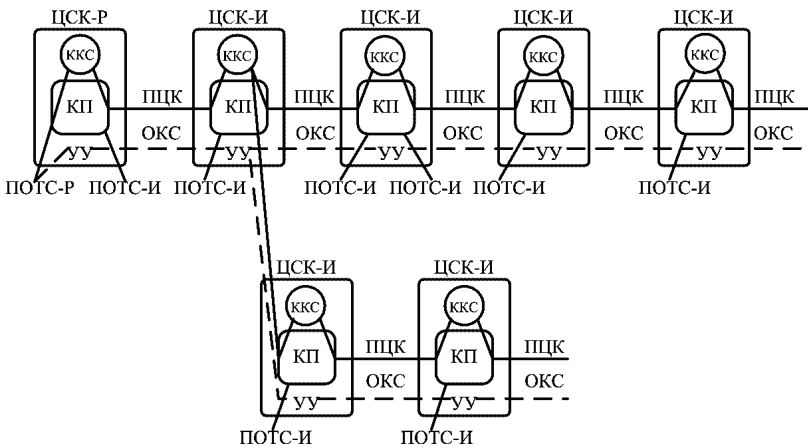


Рисунок 1 – Соединение при индивидуальном вызове в цифровых сетях ОТС

При циркулярном вызове к групповому каналу через КП возможно подключить несколько ПОТС–И, при этом штрихпунктирной линией на рис. 2 обозначены соединения, которые устанавливаются через КП при появлении вызова. Разговор в групповом канале производится по принципу «каждый с диспетчером» и «каждый с каждым».

Наглядно отобразить процедуру индивидуального вызова позволяет диаграмма, представленная на рис. 3. Диспетчер на цифровом пульте нажимает кнопку, соответствующую ПОТС конкретного абонента, после чего следует посылка вызывающей комбинации кода «2 из 7». Вызываемый абонент получает акустический сигнал и оптическую индикацию на ПОТС. Далее абонент нажимает кнопку прямой связи с диспетчером и «голосом» опрашивает вызов. Таким образом устанавливается соединение между абонентом и диспетчером при индивидуальном вызове. В случае нажатия отбоя с любой стороны канал автоматически освобождается.

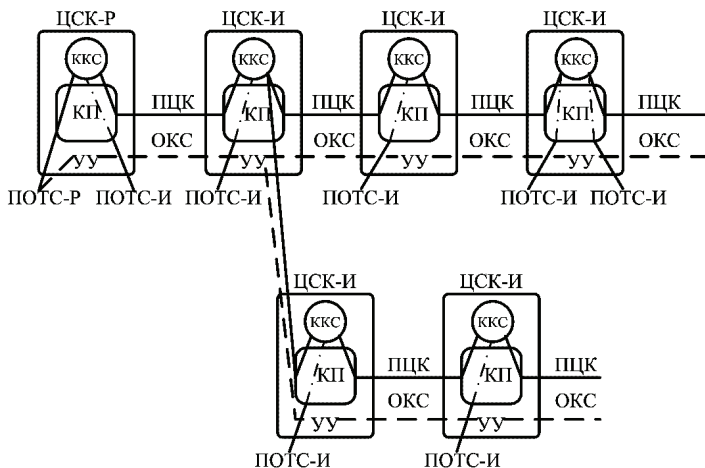


Рисунок 2 – Соединение при циркулярном вызове в цифровых сетях ОТС

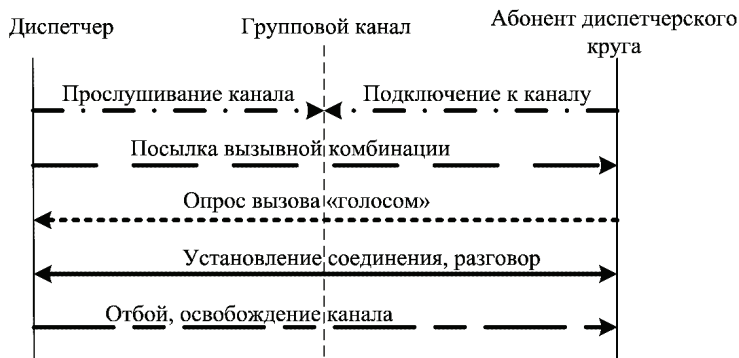


Рисунок 3 – Диаграмма вызова абонента диспетчерского круга диспетчером

При этом следует заметить, что при каждом вызове в цифровой сети ОТС передаются сигнальные сообщения, которые необходимы для обеспечения соединения по индивидуальным и групповым каналам. Для транспортировки сигнальных сообщений между управляющими устройствами (УУ) смежных ЦСК организуется общий канал сигнализации (ОКС). Данные, находящиеся в сигнальных сообщениях отображаются на дисплеях ПОТС-Р и ПОТС-И и содержат информацию об адресе вызываемого абонента (при индивидуальном вызове) или абонентах (при групповом или циркулярном вызовах), а также об адресе и должности вызывающего абонента.

При установлении соединения в групповом канале могут одновременно говорить несколько абонентов, для обеспечения такого режима работы предусмотрены цифровые сумматоры. Они входят в состав ККС в ЦСК. Цифро-

вые сумматоры позволяют объединить несколько разговорных трактов. Они имеют два входа (либо несколько входов) для трактов приема ПЦК и один выход для тракта передачи ПЦК.

На каждом из входов цифрового сумматора определяется наличие речевого сигнала. Если сумматор определяет наличие речевого сигнала только на одном из его входов, то такой сигнал передается на выход без изменений и преобразований. В случае, если речевые сигналы присутствуют на нескольких входах, то они суммируются и передаются на выход цифрового сумматора. Таким образом, сумматор определяет количество сигналов на входе, либо же их наличие или отсутствие и производит соответствующую операцию.

При организации разговорных трактов в диспетчерских кругах сети ОТС возникает проблема возможности возникновения местного эффекта [6]. Так как во время разговора диспетчера с абонентом круга другой абонент также может связаться с диспетчером, речь с пульта может попасть на громкоговоритель этого же пульта. Во избежание такого эффекта в ККС происходит разделение сумматоров, то есть некоторые из них подключаются к трактам передачи параллельно, другие последовательно. Следует заметить, что количество последовательно включенных сумматоров должно быть ограничено, так как каждый сумматор увеличивает шум, присущий каждому отдельно взятому речевому тракту, поступающему на вход.

Рассмотрим схему образования разговорных трактов в ЦСК с помощью цифрового сумматора, представленную на рис. 4.

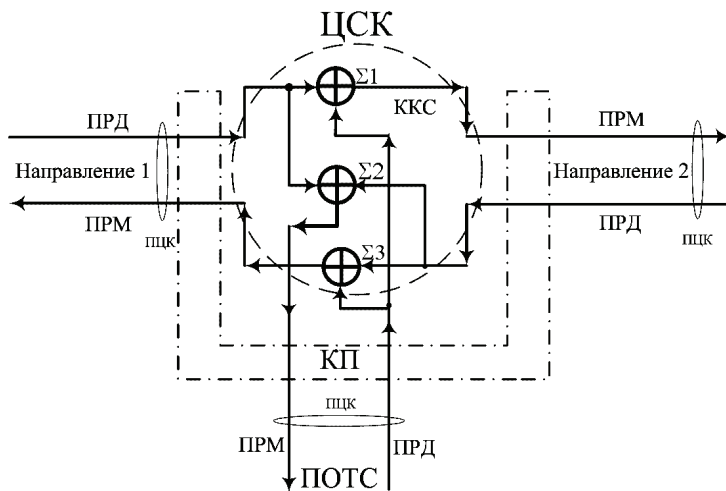


Рисунок 4 – Схема образования разговорных трактов в ЦСК

Как видно на рис. 4 сумматор 2 позволяет ПОТС принимать речевые сигналы из направления 1 и направления 2, так как он подключен параллельно

но. При этом сумматоры 1 и 3 разделяют передачу и подключены последовательно в каждый речевой тракт. Благодаря этому исключается описанный выше местный эффект.

Представленная на рис. 4 схема соответствует подключению пультов только в двух направлениях, без ответвлений. Также существует необходимость организации приема и передачи речевых трактов на участке цифровой сети ОТС с ответвлением. В таком случае количество сумматоров будет зависеть от количества ПОТС, которые подключаются в ЦСК через цифровые сумматоры. Например, если направлений три, то сумматоров потребуется пять.

На рис. 5 представлен фрагмент цифровой сети ОТС, состоящий из ЦСК с ответвлением (для распорядительных ЦСК) и без ответвления (для исполнительных ЦСК).

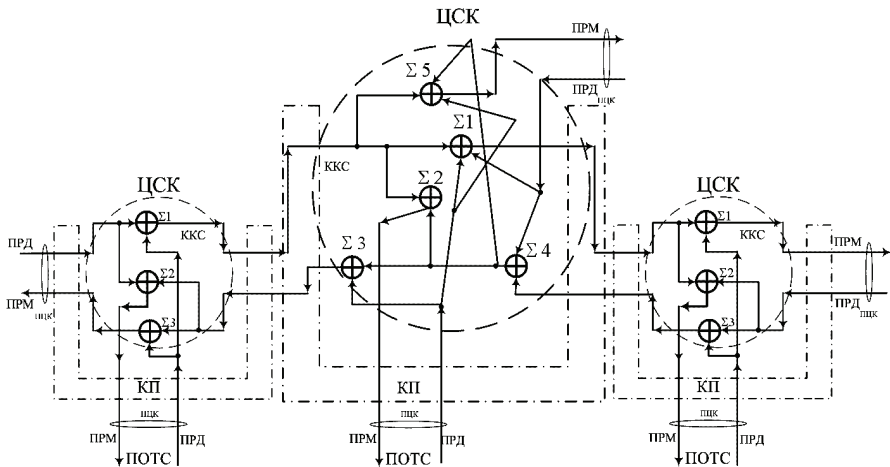


Рисунок 5 – Схема образования разговорных трактов на фрагменте цифровой сети ОТС

Как видно с рис. 5 процессы, происходящие при соединении в одном диспетчерском кругу достаточно сложные, а учитывая, что на участке железной дороге может находиться несколько диспетчерских кругов, возникает необходимость оптимизации процессов управления цифровой сетью ОТС. Для этого так называемые «пучки» ПЦК в пределах участка железной дороги объединяются в кольцо нижнего уровня (НУ). Таким образом, отделенческие ЦСК объединяются одним или несколькими 2 Мбит/с потоками [2, 7].

Кольца НУ могут не совпадать с диспетчерскими кругами. Групповой канал может организовываться как во всех ЦСК кольца, так и только на тех ЦСК, на которых это необходимо в зависимости от технологических потребностей диспетчерских кругов [3].

При этом следует уточнить, что соседние кольца НУ не должны пересе-

каться между собой, а ЦСК не могут входить одновременно в два или больше кольца НУ [4].

Кольцо верхнего уровня (ВУ) создается для передачи речевых сигналов между кольцами НУ в пределах отделения железной дороги. При этом ЦСК, входящая в кольцо НУ и кольцо ВУ одновременно и обеспечивающая интерфейс между данными кольцами является мостовой.

На мостовой станции осуществляется полупостоянное соединение канальных интервалов для разговорных трактов. Полупостоянным называется соединение в цифровой сети ОТС между объектами данной сети по выделенным каналам (групповой канал, каналы приема и передачи данных). Кроме того с помощью мостовых станций кольца НУ и ВУ объединяются в единый диспетчерский центр управления (ЕДЦУ), что позволяет обеспечить выполнение работ по эксплуатации железнодорожного транспорта в кратчайшие сроки.

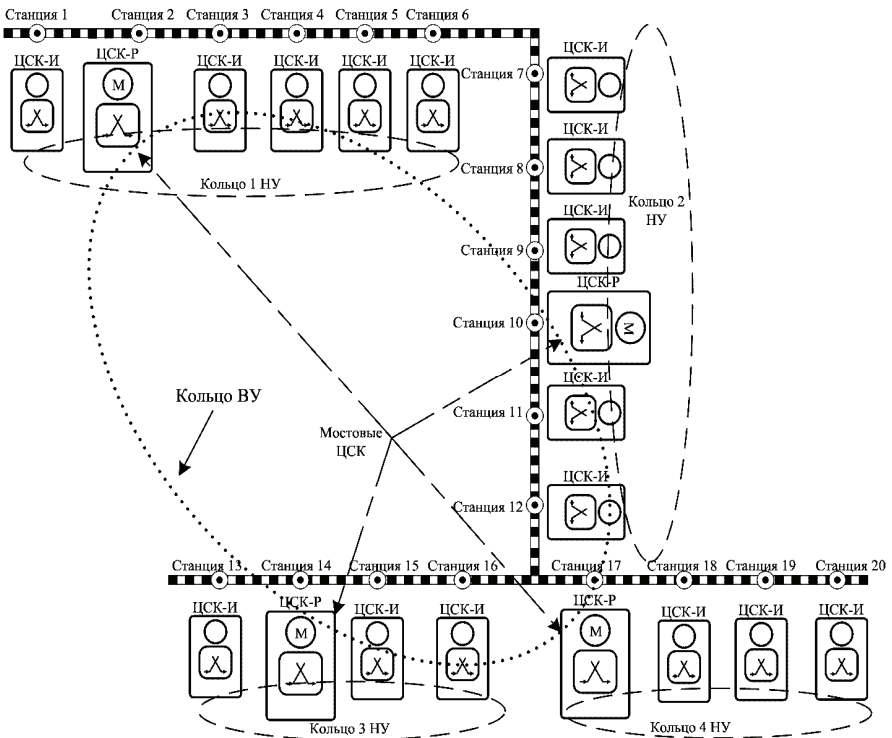


Рисунок 6 – Базовая модель сети ОТС

Базовая модель цифровой сети ОТС на основе колец НУ и ВУ представлена на рис. 6. Данная двухуровневая модель обеспечивает взаимодействие

диспетчерських кругів і встановлення якісної відокремленої оперативно-технологічної зв'язі.

Результати досліджень і висновки. В результаті проведеного дослідження встановлено необхідність організації відокремленої оперативно-технологічної зв'язі на залізничному транспорті України в відповідності з вперше запропонованою моделлю мережі. Виведено інформаційно-логічні схеми та діаграми встановлення з'єдинень при різних видах викликів в диспетчерському колі.

Визначено необхідність побудови мостових цифрових систем комутації, що дозволяють об'єднувати 2 Мбіт/с потоки. Крім того запропоновано організацію кілець нижнього та верхнього рівнів для передачі розмовних трактів між диспетчером та його підлеглими в одному диспетчерському колі, а також між диспетчерами різних диспетчерських кілець.

Розроблено інноваційну двохрівневу модель організації відокремленої оперативно-технологічної зв'язі на залізничному транспорті України. Ця модель представлена в лабораторіях кафедри «Транспортна зв'язь» УкрГАЖТ, виконана на базі обладнання словенської компанії Iscrate! та харківського науково-виробничого підприємства «Стальенерго».

Список літератури: 1. *Волков В. М.* Технологічна телефонна зв'язь на залізничному транспорті : учеб. для вузів ж.-д. транспорту / *В. М. Волков, А. П. Зорько, В. А. Прокофьев*; під ред. *В. М. Волкова*. – М.: Транспорт, 1990. – 294 с. 2. *Дадов Г.И.* Розробка та супроводження систем зв'язі та управління // Автоматика, зв'язь, інформатика. – 2006. – № 7. – С. 37–39. 3. ОСТ 32.145–2000. Система оперативно-технологічної зв'язі залізничних доріг Росії. Протоколи інформаційно-логічного взаємодіяння об'єктів цифрової мережі. – М.: ВНИИАС МПС Росії, 2000. – 39 с. 4. *Писаренко В.П., Шевцов А.Н.* Системи цифрової мережі оперативно-технологічної зв'язі. – Х.: Видавництво ДВГУПС, 2007. 5. *Хейн Д. Ш.–М.* Апаратура оперативно-технологічної проводної зв'язі : Справочник. – М.: Транспорт, 1992. – 271 с. 6. *Юркин Ю.В.* Оперативно-технологічна телефонна зв'язь на залізничному транспорті : Учебник для вузів залізничного транспорту / *Ю.В. Юркин, А.К. Лебединский, В.А. Прокофьев, И.Д. Блиндер*. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 264 с. 7. *Shiguo Lian, Madjid Merabt.* Innovative multimedia communication and services. – Telecommunication Systems, Springer US, August 2013.

Надійшло до редакції 20.09.2013

УДК 621.391

Дослідження принципів побудови цифрових мереж оперативно-технологічної зв'язі залізничного транспорту України / С. І. Приходько, А. С. Жученко, А. С. Волков, Н. В. Полянська // Вісник НТУ «ХП». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХП», 2013. – № 60 (1033). – С. 100-108. – Бібліогр.: 7 назв.

Розглянуто принципи побудови систем комутації цифрових мереж оперативно-технологічного зв'язку. Запропоновано організацію мостових систем комутації, яка об'єднує 2 Мбіт/с потоки диспетчерських кілець в кільця нижнього та верхнього рівнів. Визначено основні функції цифрових мостових систем комутації. Розроблено дворівневу модель цифрової мережі оперативно-технологічного зв'язку.

Ключові слова: системи комутації, дворівнева модель, цифрова мережа зв'язку.

The principles of creation switching digital systems of the departmental technological communications are considered. The organization of the bridge switching stations uniting 2 Mbps streams of dispatching circles in rings of the lower and upper levels is offered. The main functions of digital bridge switching systems are defined. The two-level model of a digital departmental technological communication networks is developed.

Key words: communications systems, two-level model, digital communication networks.

УДК 621.317.42

М. М. РЕЗИНКИНА, д-р техн. наук, вед. науч. сотр., НТЦ МТО НАН Украины, Харьков;

О. Л. РЕЗИНКИН, д-р техн. наук, зав. каф., НТУ «ХПИ»;

Е. Е. СВЕТЛИЧНАЯ, аспирант, НТУ «ХПИ»

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛИННЫХ ПРОВОДЯЩИХ КАНАЛОВ

Приведены аналитические выражения для потенциалов и напряженностей электрического поля в окрестности тонких электропроводных стрежней, которые имитируют лидерный канал молнии. Рассмотрены случаи замены канала равномерно заряженной нитью, а также электропроводным эллипсоидом, на котором есть свободный заряд, и эллипсоидом, который находится в равномерном внешнем электрическом поле. Оценено влияние различных моделей лидерного канала молнии на величины таких параметров как емкость, заряд, распределение потенциалов и напряженностей электрического поля.

Ключевые слова: потенциалы и напряженности электрического поля, тонкие электропроводные стержни, электропроводный эллипсоид, емкость, заряд.

Введение. При нахождении распределения вероятности поражения молнией защищаемой территории и выборе средств молниезащиты требуется информация об уровнях напряженности электрического поля (ЭП) в рассматриваемых системах. Такие системы содержат тонкие вытянутые проводящие объекты, длина которых на несколько порядков превышает их диаметр. К таким объектам относятся как лидерный канал молнии, продвигающийся к земле в условиях грозовой обстановки, так и молниеотводы.

Значение емкости лидерного канала молнии C_L необходимо для определения связи между его зарядом Q_L , разрядным током возвратного удара главной стадии молнии I_L и ее потенциалом U_L . Величина тока возвратного удара главной стадии молнии может быть измерена. В настоящее время систематизированы экспериментальные данные о вероятности удара молнии с опреде-

© М. М. Резинкина, О. Л. Резинкин, Е. Е. Светличная, 2013