

при уменьшении плотности воздуха создаёт наблюдаемые характеристики λ и вертик. ход E .

Электрич. ток в атмосфере. Под влиянием E в атмосфере к Земле течёт вертик. ток проводимости плотностью $i_p = E\lambda$ со ср. плотностью ок. $(2-3) \cdot 10^{-12}$ А/м². На всю поверхность Земли течёт ток ок. 1800 А. i_p относительно постоянна по высоте, наиб. отклонения от постоянства i_p испытывает в слое перемешивания. В атмосфере текут также токи конвективного переноса объёмных зарядов и токи диффузии. В слое перемешивания плотность этих токов сравнима с i_p . Т. к. в стационарных условиях суммарная плотность тока не должна меняться с высотой, то в слое перемешивания сумма плотностей всех трёх токов равна плотности тока проводимости на больших высотах. Время, в течение к-рого заряд Земли в отсутствие перезарядки за счёт токов проводимости атмосферы уменьшился бы до $1/e \approx 0,37$ от своего первоначального значения, ≈ 500 с. Однако заряд Земли в ср. не меняется за счёт существования атмосферно-электрич. «генераторов», заряжающих Землю.

Вблизи поверхности земли, где поток положит. ионов, текущих под действием E , не компенсируется встречным потоком отрицат. ионов, накапливается объёмный положит. электрич. заряд; этот — электродный — эффект существенно влияет на характеристики А. э. в приземном слое (рис. 1, кривая 2). Над морем, где запылённость уменьшена, а земные источники ионизации отсутствуют, глобальные факторы нередко преобладают над локальными (рис. 2, кривая 1). Аналогично при появлении снежного покрова становится заметнее влияние глобальных факторов (рис. 2, кривая 2). Антропогенная деятельность приводит к заметным изменениям локальных атмосферно-электрич. характеристик, сказываясь на их вековом ходе. С одной стороны, увеличение запылённости атмосферы привело к уменьшению λ и соответствующему возрастанию E в слое перемешивания. Даже в центре Атлантики проводимость за 60 лет (1910—70) уменьшилась в 2 раза. С др. стороны, испытания атомных бомб, увеличив

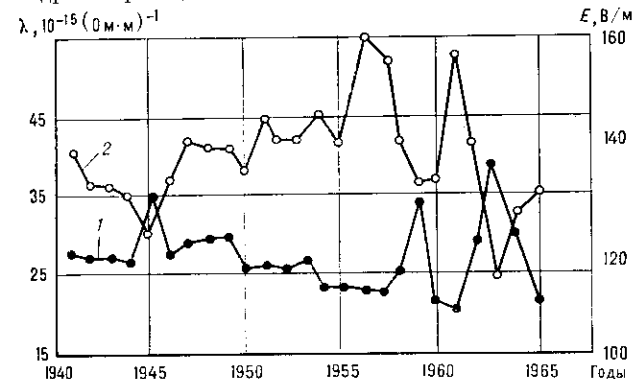


Рис. 3. Вековой ход E (1) и λ (2) в Ташкенте. На фоне роста E , связанного с индустриальными загрязнениями, выделяется её уменьшение в период испытаний ядерного оружия (1945, 1958—1959 и 1963).

вонизацию атмосферы, привели к увеличению λ и уменьшению E (рис. 3). В дальнейшем можно ожидать ещё большего влияния антропогенной деятельности на атмосферно-электрич. характеристики, даже в глобальных масштабах.

«Генераторы» атмосферного электричества. В зонах нарушенной погоды пылевые бури и извержения вулканов, метели и разбрызгивание воды прибоем и водопадами, облака и осадки, пар и дым промышленных источников и т. д. являются «генераторами» А. э. Электризация при почти всех перечисленных явлениях может проявляться весьма бурно: извержение вулканов, песчаные бури, торнадо приводят к возникновению грозовых явлений, даже метели

создают иногда молнии; и всё же наибольший вклад в электризацию атмосферы вносят облака и осадки. По мере укрупнения частиц облаков, увеличения их толщины, усиления осадков из них растёт их электризация. В слоистых и слоисто-кучевых облаках плотность объёмных зарядов $\rho = 10^{-10}$ Кл/км³ (что примерно в 10 раз превышает их плотность в чистой атмосфере), $E = 100-300$ В/м, на отдельных облачных капельках находится заряд $Q = 10-100 e$. Наиб. часто эти облака заряжены в верхней части положительно, в нижней — отрицательно. В слоисто-дождевых облаках все эти величины больше в неск. раз. Заряды капель осадков доходят до $Q = 10^5-10^6 e$. Плотность токов этих осадков на Землю $i_{oc} = 5 \cdot 10^{-12} - 10^{-11}$ А/м² в наших широтах и возрастает к экватору. В кучево-дождевых облаках с ливнем и грозой соотв. средние значения $\rho = (0,3-10) \cdot 10^{-9}$ Кл/м³ и $(3-30) \cdot 10^{-9}$ Кл/м³, а $E = (1-5) \cdot 10^4$ В/м и $E = (5-20) \cdot 10^4$ В/м, $Q = 100-500 e$, $Q = 10^6-10^7 e$. В зонах экстремумов напряжённости поля и плотность объёмных зарядов могут на порядок величины и более превосходить ср. значения. По-видимому, в этих зонах и зарождаются молнии. Из ливневых облаков $i_{oc} = 10^{-10} - 10^{-9}$ А/м², из грозовых $i_{oc} = 10^{-9} - 10^{-8}$ А/м². Полный ток, текущий на землю от одного грозового облака, равен в наших широтах ок. $I_{\Gamma} = 0,01-0,1$ А, а ближе к экватору $I_{\Gamma} = 0,5-1$ А. Токи, текущие в этих облаках, в 10—100 раз больше токов, притекающих к земле.

Электропроводность во всех видах облаков, кроме грозовых, мала, она в неск. раз (2—10) меньше проводимости чистой атмосферы на той же высоте. Турбулентное перемешивание в облаках слоистых форм невелико, поэтому даже слабые процессы электризации, действующие в этих облаках, могут создать заметные электрич. эффекты. Эфф. проводимость, создаваемая электрич. проводимостью и турбулентностью в грозовых облаках, в 10—100 раз выше, чем в окружающей атмосфере, поэтому гроза в электрич. отношении подобна короткозамкнутому генератору. Электрич. поле Земли и ток Земли — атмосфера в зонах хорошей погоды поддерживаются процессами в зонах нарушенной погоды. Долгое время считалось, что ок. 1800 гроз, в ср. сосуществующих одноврем. на Земле, дают ток $I_{\Gamma} N \approx 2000$ А (где N — число гроз), компенсирующий ток потери I_p отрицат. заряда Земли за счёт токов i_p в зонах «хорошей» погоды, и что колебания грозовой активности во времени обуславливают наблюдаемые унитарные вариации. В действительности существует близкое подобие суточного хода площади, занятой грозой (рис. 2, кривая 3), и унитарной вариации (рис. 2, кривые 1 и 2). Однако выяснилось, что ток гроз заметно меньше указанного и что унитарные вариации связаны также с облаками слоистых форм и с процессами конвекции в атмосфере по всей поверхности Земли.

Молнии. Линейные молнии, генерируемые облаками, являются разновидностью искрового разряда, возникающего в отсутствие электродов в массе заряженных и хорошо изолированных друг от друга частиц (ср. расстояние между частицами облаков на два порядка величины превосходит их размеры). Выделяют два класса линейных молний: ударяющих в землю — «наземных» и внутриоблачных. При ср. длине молниевых разрядов в неск. км отмечаются внутриоблачные молнии, доходящие до 50 км и даже 150 км. Токи наземных молний при ср. значениях пиковых величин ≈ 20 кА иногда достигают ~ 500 кА. Во внутриоблачных разрядах эти токи меньше примерно на порядок величины. Разряды молний сопровождаются эл.-магн. излучением (атмосфериками) в широком спектре частот. Помимо линейных наблюдаются чёточная молния (как бы цепь светящихся пятен — чёток, отделённых тёмными промежутками) и шаровые молнии. Последние представляют собой светящиеся образования, нередко шаровой формы, со ср. диам. 10—20 см, с уд. плот-