

СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ ОБЛАЧНОЙ АТМОСФЕРЫ В ММД

Институт физики НАН Кыргызской республики, Бишкек;
Институт автоматики НАН Кыргызской республики, Бишкек

Создание статистических моделей облачности для расчетов вероятности ослабления радиоволн на трассах наземной и спутниковой связи является крайне трудной задачей. Во-первых, из-за сложности моделирования пространственного и временного закрытия неба. Во-вторых, из-за изменчивости метеорологических и микроструктурных параметров облачности. Для условий Северного Кыргызстана сезонные изменения облачности были рассмотрены в [1]. Горный рельеф Кыргызстана в значительной степени способствует видоизменению общей циркуляции воздушных масс, создавая сложную горно-долинную циркуляцию, обуславливающую образование местной облачности и ее разрушение. Характер облачности и количество облаков в холодное и теплое полугодие значительно различаются.

Наиболее характерным показателем режима облачности для Бишкека, Чолпон-Аты и Туя-Ашуу является большое число ясных дней и малое — пасмурных, особенно по нижней облачности (так ясных дней соответственно 153, 110 и 152 в году, а пасмурных 33, 25 и 31). Рельеф, наличие водоемов и низкий уровень конденсации водяного пара в зимнее время значительно больше влияют на повторяемость нижней облачности, чем общей.

Как видно из табл. 1, число ясных дней по общей облачности с апреля по сентябрь практически одинаково, а вот в холодный период года в Туя-Ашуу их на 2-4 дня в месяц больше.

Таблица 1. Среднее число ясных дней по общей облачности

месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
Бишкек	3,7	3,1	2,1	2,7	2,5	2,8	6,3	10,0	10,5	6,3	4,6	2,7	57
Туя-Ашуу	6,5	5,4	3,7	2,6	2,5	2,3	6,1	9,0	10,5	7,6	8,5	6,3	71

Влияние подстилающей поверхности на процессы облакообразования в горах сказывается главным образом в различиях количества и форм облаков нижнего и частично среднего ярусов, а также облаков вертикального развития. Облачность верхнего яруса значительно меньше подвержена воздействию подстилающей поверхности.

В холодный период года над северной частью территории Кыргызстана располагается отрог сибирского антициклона, а над горами - высотный антициклон. Первый, обуславливая заток холодного воздуха по юго-западной периферии антициклона, способствует образованию облачности над равнинной частью территории и предгорьями, второй как бы противодействует образованию облачности над горами, так как способствует снижению уровня конденсации водяного пара, что уменьшает возможность образования облаков нижнего яруса.

Фронтальная облачность в холодное полугодие представлена в основном облаками верхнего и среднего ярусов и только над равнинными районами - слоистыми формами. Распределение числа пасмурных дней является почти зеркальным отражением распределения повторяемости ясного неба.

В теплое полугодие с повышением температуры и развитием процессов трансформации воздушных масс сплошной облачный покров размывается и образуются

облака вертикального развития, за счет которых в Туя-Ашуу даже летом отмечается до 5 пасмурных дней в месяц.

Облака заметно ослабляют электромагнитное излучение. В атмосфере ослабление происходит из-за поглощения излучения газовыми компонентами и аэрозольными примесями. В облаках усиливается поглощение и рассеяние облачными элементами. Ослабление электромагнитного излучения в облаках зависит от их толщины и микрофизического строения.

При расчете поглощения учитываются высота нижней границы облака, которая принимается как нижний предел интегрирования, толщина облака и его влажность. Верхний предел определяется как сумма высоты нижней границы и толщины облака. Каждая из величин обладает некоторым вероятностным распределением, характерным для данного географического района и сезона года.

В работе [2] обсуждались результаты обработки данных Кыргызгидромета по конкретным типам облаков для Бишкека, Чолпон-Аты и перевала Туя-Ашуу. При этом получено, что для Бишкека летом наибольшую вероятность имеют: A_c – 36%, S_c – 35% и C_i – 30%. Результаты расчетов индикатрисы излучения облачной атмосферы для летних условий погоды (наиболее вероятная форма облачности – A_c) показаны на рис.1.

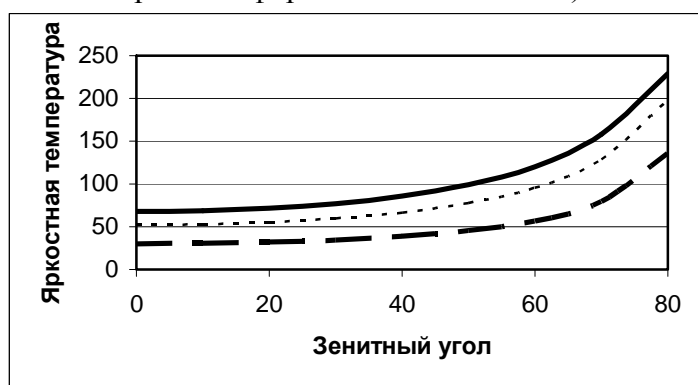


Рис.1. Угловая зависимость излучения облачной атмосферы для лета (сплошная линия – Бишкек, пунктирная – Чолпон-Ата и прерывистая – Туя-Ашуу).

Видно, что угловая зависимость облачной атмосферы проявляется в увеличении яркостных температур с ростом зенитного угла. Достаточно хорошо фиксируется и высотная зависимость излучения: чем меньше высота над уровнем моря, тем больше ее яркостная температура. Например, для зенитного угла 0 градус в Бишкеке – 61К, в Чолпон-Ате – 52К, а на перевале Туя-Ашуу – 30К. Для зимних условий погоды угловая зависимость излучения облачной атмосферы дана на рис. 2.

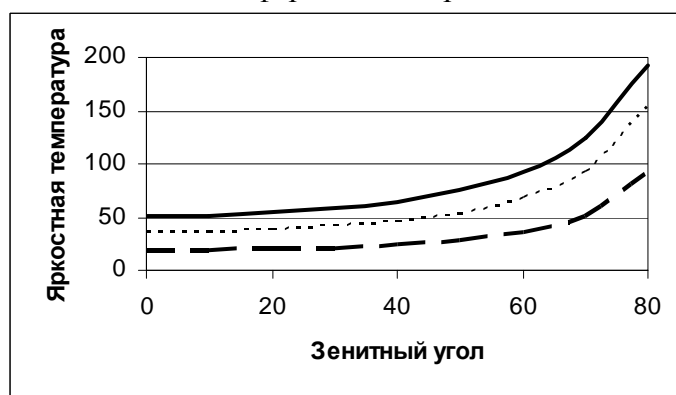


Рис. 2. Угловая зависимость излучения облачной атмосферы для зимы (сплошная линия – Бишкек, пунктирная – Чолпон-Ата и прерывистая – Туя-Ашуу).

Для зимних условий, как видно из графика, значения температур уменьшаются, но и угловая и высотная зависимости выражены достаточно явно. Сравнение графиков 1 и 2

дает хорошую иллюстрацию межсезонных изменений радиоизлучения облачной атмосферы.

Для сравнения и оценки вклада в яркостную температуру атмосферы в таблице 2 приведены зенитные $Tя$ для чистой и облачной атмосферы.

Таблица 2.

Сезон года	$Tя$ чистой атмосферы	$Tя$ облачной атмосферы
Лето	37,4	59,5
Зима	21,8	40,3

Видно, что вклад радиоизлучения облачной атмосферы вышеназванных форм существенный. Ранее были выполнены экспериментальные измерения нисходящего излучения атмосферы в ММД, которые хорошо согласуются с расчетными данными [2]. При расчетах были использованы численные значения влажности облаков взятые из [3].

Также были исследованы угловые, сезонные и высотные зависимости поглощения облачной атмосферы для пунктов наблюдения в Бишкеке, Чолпон-Ате и на перевале Туя-Ашуу. В качестве примера на рис. 3 показаны угловые и высотные зависимости поглощения летней облачности для указанных пунктов.

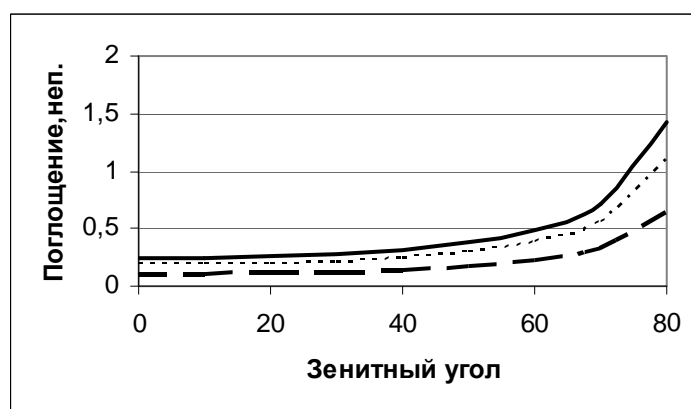


Рис. 3. Угловая и высотная зависимости поглощения облачной атмосферы для лета (Сплошная линия – Бишкек, пунктирная – Чолпон-Ата и прерывистая – Туя-Ашуу).

Видно, как и в случае с излучением облачной атмосферы поглощение в облаках также испытывает угловые и высотные изменения. Угловая зависимость проявляется в росте величин поглощения с увеличением зенитного угла. Так, например, для высоты 760 метров над уровнем моря (город Бишкек) при зенитном угле 0 градусов поглощение в неперах равно – 0,242, а при угле 80 градусов – 1,43. Это достаточно большое значение поглощения. С ростом высоты над уровнем моря величина поглощения падает, и минимальные значения, полученные для зенитного угла 0 градусов на перевале Туя-Ашуу, равны – 0,11 непера.

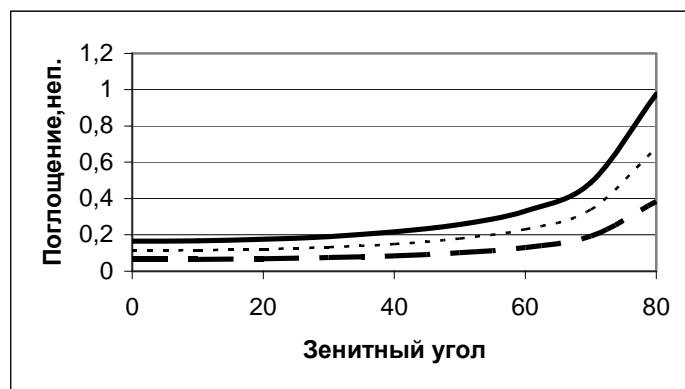


Рис 4. Угловая и высотная зависимости поглощения облачной атмосферы для зимы (Сплошная линия – Бишкек, пунктирная – Чолпон-Ата и прерывистая – Туя-Ашуу).

Для зимних условий погоды угловая и высотная зависимость поглощения представлены на рис. 4. Сравнение значений поглощения облачной атмосферы на рис. 3 и рис. 4 даёт иллюстрацию межсезонных вариаций поглощения радиоволн в атмосфере. Приведем численные значения этих вариаций для каждой высоты отдельно: для Бишкека – при зенитных углах 0 градусов от 0,165 непера зимой до 0,242 непера летом, для Чолпон-Аты – от 0,115 до 0,187, для перевала Туя-Ашуу – от 0,065 до 0,109 непера.

Литература

1. Отчет о НИР лаборатории радиофизики ИФ НАН КР, Бишкек, 2007.
2. Ашымканов К.Ш. и др. – Вестник КНУ, вып. 3, 2005, с.158-161
3. Дубровина А.С. – Облака и осадки по данным самолетного зондирования, Л. 1982, 246 с.