

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ КЛИМАТА ГОРОДОВ

М. О. Богданова

Главным внешним фактором, формирующим климат нашей планеты, является излучение Солнца. Изменение солнечной радиации в течении года и многолетнего периода оказывает существенное влияние на климатические показатели, важнейшими из которых является температура и влажность воздуха, атмосферное давление, осадки и скорость ветра. В городах влияние солнечной радиации на формирование климата имеет свои особенности в связи со специфической подстилающей поверхностью и составом атмосферного воздуха.

Оценка радиационных факторов формирования климата городов была произведена на примере города Минска. В ходе работы были проанализированы радиационные условия города Минска и их динамика в течение года и за 25-летний период, а также выявлена связь радиационных показателей (суммарная, прямая, рассеянная радиации и радиационный баланс) с климатическими (температура и влажность воздуха, атмосферное давление, облачность, осадки и скорость ветра).

В ходе выполнения работы была использована информация по Минску о суммарной, прямой, рассеянной радиациях, радиационном балансе, температуре, влажности воздуха, атмосферном давлении, количестве осадков и скорости ветра за 1984 – 2008 гг. ГУ «Республиканский метеорологический центр».

Исследования показали, что в период с 1984 по 2008 г. отмечается тенденция увеличения суммарной и прямой радиации и уменьшения рассеянной.

Средняя годовая суммарная радиация в Минске составляет 3672,5 МДж/м². Максимальная радиация наблюдалась в 2002 году (4086,6 МДж/м²), а минимальная – в 1984 г. (3421 МДж/м²). Абсолютный максимум суммарной радиации отмечен в июле 1994 года (747 МДж/м²). Абсолютный минимум – в декабре 2007 года (20 МДж/м²).

Средняя годовая прямая радиация составила 1741,3 МДж/м². Максимальная радиация была отмечена в 1999 году (2270 МДж/м²), а минимальная – в 1984 г. (1271 МДж/м²). Абсолютный максимум прямой радиации пришёлся на июль 1994 года (492 МДж/м²). Абсолютный минимум – на декабрь 2007 года (0 МДж/м²).

Средняя годовая рассеянная радиация в городе Минске составила 1935,4 МДж/м². Максимальная была отмечена в 1992 году (2197 МДж/м²), а минимальная – в 1997 г. Абсолютный максимум рассеянной радиации наблюдался в июне 1992 года (340 МДж/м²), абсолютный минимум – в декабре 2007 года (19,9 МДж/м²).

Для Минска (как и для Беларуси в целом) характерен положительный среднегодовой радиационный баланс (123,8 МДж/м²). Заметное увеличение или уменьшения радиационного баланса за 25-летний период не наблюдалось. Максимальный радиационный баланс отмечался в 1990 г. (137,5 МДж/м²), а минимальный – в 2001 г. (104,6 МДж/м²).

Солнечная радиация характеризуется сильной межгодовой изменчивостью в тёплый период года (май – август). В холодный период её изменение не столь значительное.

Поскольку летом и *высота солнца*, и продолжительность дня *значительно больше, чем* зимой, к тому же меньше *облачность*, летний приход радиации намного больше зимнего. Май, июнь и *июль* дают 45 – 50% годового прихода суммарной радиации; напротив, ноябрь, декабрь и *январь вместе* – лишь 5%. А месячная сумма суммарной радиации в июле, примерно в 15 раз больше, чем в декабре.

Доля прямой радиации составляет 47,4% суммарной. В июле на прямую радиацию приходится 52,3%, в декабре – всего 21,5% суммарной радиации, что объясняется значительным увеличением облачности в зимние месяцы. Месячная сумма прямой радиации в июле, примерно в 35 раз больше, чем в декабре. А на три летних месяца приходится около половины годовой прямой солнечной радиации, в то время как на три зимних месяца – около 4%.

Доля рассеянной радиации возрастает с уменьшением высоты *солнца* и *увеличением облачности*. *Приход* прямой радиации *лишь в мае* – июле *несколько превышает приход* рассеянной. *Все остальные месяцы, особенно зимой, рассеянная радиация больше.* В годовой сумме суммарной радиации рассеянная радиация составляет 52,6%. В июле на рассеянную радиацию приходится 47,7%, в декабре – 78,5% суммарной радиации.

Приход солнечной радиации на земную поверхность находится в тесной взаимосвязи со всеми климатическими показателями, важнейшими из которых являются температура и влажность воздуха, атмосферное давление, облачность, осадки и скорость ветра.

Для оценки взаимосвязи радиационных условий с важнейшими климатическими показателями в городе Минске были рассчитаны коэффициенты корреляции (табл. 1).

**Коэффициенты корреляции основных климатических показателей
с суммарной радиацией в г. Минске (1984 – 2008 гг.)**

	Температура воздуха	Относительная влажность	Скорость ветра	Атмосферное давление	Осадки	Облач- ность
год	0,38	-0,77	-0,64	0,23	-0,34	-0,2
январь	-0,87	-0,48	-0,11	0,31	-0,28	-0,76
апрель	0,06	-0,82	-0,47	0,63	-0,54	-0,67
июль	0,79	-0,87	-0,31	0,85	-0,64	-0,9
октябрь	0,26	-0,83	0,05	0,84	-0,72	-0,93

Из таблицы 1 видно, что поступление суммарной радиации связано с климатическими показателями в разные времена года в различной степени. С некоторыми показателями суммарная радиация имеет положительную корреляцию (увеличение одной переменной связано с увеличением другой переменной). Это температура и атмосферное давление. С остальными КП корреляция отрицательная (т. е. увеличение одной переменной связано с уменьшением другой переменной).

Рассматривая среднегодовые значения климатических показателей, мы видим, что суммарная радиация имеет сильную корреляцию с относительной влажностью и скоростью ветра, причём эта корреляция отрицательная, наиболее сильная положительная корреляция наблюдается с температурой.

В январе поступление суммарной радиации коррелирует в первую очередь с температурой и облачностью (коэффициент корреляции отрицательный), а менее всего в этом месяце Q связана со скоростью ветра и давлением.

В апреле поступление суммарной радиации сильно связано с влажностью воздуха, облачностью и атмосферным давлением и практически совсем не связано с температурой.

В июле отмечена тесная связь суммарной радиации практически со всеми климатическими показателями (за исключением скорости ветра).

В октябре поступление суммарной радиации сильно коррелирует с облачностью, влажностью, давлением и осадками и практически не связано со скоростью ветра.

Таким образом, мы можем сделать вывод о сильной связи Q с относительной влажностью и облачностью, в меньшей степени с атмосферным давлением, температурой и осадками, а также о незначительной связи Q со скоростью ветра.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции основных климатических показателей с прямой радиацией в г. Минске (1984 – 2008 гг.)

	Температура воздуха	Относительная влажность	Скорость ветра	Атмосферное давление	Осадки	Облачность
год	0,35	-0,64	-0,77	0,05	-0,14	-0,0002
январь	-0,5	-0,44	-0,24	0,64	-0,62	-0,66
апрель	-0,02	-0,61	-0,5	0,33	-0,27	-0,56
июль	0,77	-0,87	-0,34	0,84	-0,6	-0,88
октябрь	0,24	-0,85	0,06	0,8	-0,67	-0,93

Прямая радиация, как и суммарная, имеет наибольшую корреляцию с относительной влажностью и скоростью ветра, причём эта корреляция отрицательная, наиболее сильная положительная корреляция наблюдается с температурой. Связь же среднегодовой прямой радиации с облачностью и давлением практически отсутствует (табл. 2).

В целом, коэффициенты корреляции климатических показателей с прямой и суммарной радиациями имеют очень большое сходство. Так в июле и октябре они практически полностью совпадают. В январе прямая радиация имеет меньшую связь с температурой и осадками, чем суммарная, но большую связь с атмосферным давлением. В апреле, наоборот, связь с давлением более тесная, в то же время связь с влажностью и осадками меньше.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции основных климатических показателей с рассеянной радиацией в г. Минске (1984 – 2008 гг.)

	Температура воздуха	Относительная влажность	Скорость ветра	Атмосферное давление	Осадки	Облачность
год	-0,08	0,04	0,46	0,18	-0,23	-0,08
январь	-0,71	-0,27	0,04	-0,08	0,11	-0,45
апрель	-0,07	-0,47	0,12	0,51	-0,38	-0,1
июль	-0,17	0,25	0,18	-0,19	0,07	0,17
октябрь	0,18	-0,37	0,003	0,53	-0,49	-0,46

Сравнивая таблицу 3 с таблицами 1 и 2, мы можем сделать вывод, что рассеянная радиация в меньшей степени связана с климатическими показателями, чем суммарная и прямая. В январе наиболее существенная связь прослеживается лишь с температурой. В апреле и октябре рассеянная радиация коррелирует с атмосферным давлением, влажностью

воздуха и осадками. В июле сильной связи ни с одним из климатических показателей не обнаружено.

Таблица 4

Коэффициенты корреляции основных климатических показателей с радиационным балансом в г. Минске (1984 – 2008 гг.)

	Температура воздуха	Относительная влажность	Скорость ветра	Атмосферное давление	Осадки	Облачность
год	0,2	0,01	0,26	-0,29	-0,29	-0,08
январь	0,27	0,37	-0,03	-0,23	0,45	0,5
апрель	-0,08	-0,47	-0,11	0,26	-0,41	-0,62
июль	0,45	-0,66	-0,01	0,71	-0,53	-0,82
октябрь	0,32	-0,5	0,004	0,66	-0,75	-0,57

Связь среднегодового радиационного баланса с основными среднегодовыми климатическими показателями выражена слабо. В январе радиационный баланс положительно коррелирует с осадками, в меньшей степени с относительной влажностью и температурой. В апреле обнаружена обратная связь радиационного баланса с облачностью, влажностью и осадками. Наибольшие коэффициенты корреляции радиационного баланса с климатическими показателями отмечаются в июле. В этом месяце наблюдается связь радиационного баланса почти со всеми показателями (кроме скорости ветра), причём связь с облачностью, давлением и влажностью достаточно сильная. К октябрю корреляция радиационного баланса со всеми (кроме осадков) климатическими показателями снова уменьшается.

Таким образом, наиболее тесная взаимосвязь климатических показателей отмечена с суммарной и прямой радиацией.

Исследования в данной работе имеют практическое применение. Зная динамику солнечной радиации в Минске за многолетний период, можно прогнозировать её изменение в будущем. А вычислив связь солнечной радиации с климатическими показателями, можно определить, как эти изменения отразятся на температуре и влажности воздуха, атмосферном давлении, скорости ветра и количестве осадков.