

АНАЛИЗ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗАПОВЕДНИКА «МЫС МАРТЬЯН»: РАСЧЕТЫ ПРЯМОЙ, РАССЕЯННОЙ И СУММАРНОЙ РАДИАЦИИ

Смирнов В.О.

*Научно-образовательный центр ноосферологии и устойчивого ноосферного
развития Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского*

Анализ местоположений традиционно занимает важное место в отечественной географии. Исследование местоположений позволяет детализировать расчеты физико-географических и экологических параметров, углубить причинно-следственный анализ, совершенствовать прогноз и картографирование.

Новые возможности для изучения роли местоположений в пространственной дифференциации географических явлений открывает геотопологический анализ, в основе которого находится выделение геотопов – относительно однородных участков земной поверхности.

Примеры практического применения геотопологического анализа с целью объяснения геофизических и ландшафтных явлений для территории Крыма проводились лишь для отдельных, небольших по площади участков локального уровня. Но системного использования этого понятия в условиях Крыма не было.

Геотопологические факторы и переносы вещества и энергии в ландшафте имеют тесную связь. Однако геотопологические факторы являются не единственными в пространственной дифференциации потоков вещества и энергии и, скорее, выступают в виде исходных факторов в дальнейшем дополняемыми другими факторами.

В рамках полевых исследований, проведенных на территории заповедника «Мыс Мартьян» в 2008-2014 гг., автором были определены основные ландшафтно-геофизические параметры территории.

Разработан алгоритм расчета показателей тепла и влаги для ландшафтных комплексов разного пространственного уровня, на основе которого на микрорегиональном уровне (Горный Крым) построено 52 карты для 11 параметров тепла и влаги за различные периоды, на макролокальном уровне (Ялтинский амфитеатр) – 16 карт, на локальном уровне (территория заповедника «Мыс Мартьян») – 86 карт.

В данной статье рассмотрим некоторые аспекты влияния геотопологической структуры территории на дифференциацию прямой, рассеянной и суммарной солнечной радиации.

Объект и методы исследования

Расчеты прямой, рассеянной и суммарной радиации

Для расчетов значений поступающей солнечной радиации использовалась оцифрованная топографическая карта масштаба 1:1000 (в 1 см 10 м), на ее основе была построена цифровая модель рельефа.

Для расчета прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность была использована методика, изложенная в работе К.Я. Кондратьева (1965, 1978).

Расчеты производились для безоблачного неба и при облачном небе, для каждого часа солнечного сияния в течение суток.

Также было учтено затенение, создаваемое склонами окружающих гор на разных уровнях: соседними склонами, склонами Крымских гор.

Также произведены расчеты поступления на склоны рассеянной радиации.

Результаты и обсуждение

Анализ результатов расчетов

В результате удалось впервые установить распределение прямой и рассеянной радиации по элементам рельефа на территории заповедника «Мыс Мартьян» с учетом и без учета облачности. Величины прямой радиации изменяются от 152,4 до 88,6 ккал/см² в год на южных и восточных склонах соответственно, различия составляют до 42%. Максимальное значение годовой суммы поступающей прямой радиации характерно для южного склона крутизной 35,20, минимальные – для восточного склона крутизной 2,30 и восточного борта балки крутизной 21,20.

Интерес представляет рассмотрение средних значений поступающих за разные периоды сумм прямой солнечной радиации по геотопам. Так как значения крутизны и экспозиции геотопов заданы в определенных интервалах, то и значения поступающей прямой радиации в пределах геотопа будут колебаться в определенных пределах в каждой конкретной точке геотопа. Величины средних взвешенных значений годовых сумм прямой радиации по геотопам изменяются от 140,4 до 116,2 ккал/см² в год на южных и восточных склонах соответственно, различия составляют до 16%. Наибольшие значения характерны для южных склонов крутизной 15-30°. Кроме того, наибольшие значения величин прямой солнечной радиации характерны для склонов ЮВ и ЮЗ экспозиции крутизной 15-30° и крутизной 30-45°. Величины находятся в диапазоне 130-135 ккал/см² в год.

Минимальные значения годовых сумм прямой радиации для территории характерны для восточных склонов крутизной 0-3°, 3-5°.

Рассматривая месячные суммы прямой радиации необходимо отметить, что общая тенденция в распределении значений аналогична годовой. Однако, для каждого месяца различия между склонами изменяются. Так, летом вследствие более высокого стояния солнца над горизонтом относительные различия между склонами несколько уменьшаются и составляют, например, в июле, 0,9-1,1 ккал/см², что равняется 5-7%. В январе же, например, различия между южными и восточными склонами составляют 2,9-4,1 ккал/см², что составляет, в среднем, 55-60%.

Рассматривая полученные расчетные данные необходимо отметить следующие методические особенности расчетов прямой солнечной радиации.

Территория заповедника «Мыс Мартьян» относительно однородна по экспозиционным различиям. Здесь отсутствуют склоны северных четвертей, что не позволяет продемонстрировать наиболее существенные различия в радиационном режиме северных и южных склонов. Наибольшие относительные различия между склонами наблюдаются северных и южных четвертей зимой – в конце декабря: в сотни раз при сравнительно небольшой абсолютной разнице.

Использование в расчетах сумм радиаций для каждого конкретного геотопа средних взвешенных значений приводит к несоответствию значений сумм радиации ЮЗ и ЮВ склонов, В и З склонов. Это связано с заданием интервала экспозиции и крутизны. Так, например, в пределах ЮЗ склона крутизной 15-30°,

преимущественную площадь будут занимать склоны по крутизне близкие к 15° , а на склоне ЮВ экспозиции крутизной $15-30^\circ$ будут преобладать значения крутизны близкие к 30° .

Это приведет к различию средневзвешенных значений между склонами, однако интервал, в котором находятся конкретные значения сумм прямой радиации в каждой конкретной точке выбранных склонов, будет одинаков.

Кроме средних взвешенных величин для геотопов определены максимальные и минимальные значения сумм прямой радиации за каждый месяц и за год. Данные значения характеризуют диапазон «условий» в обеспеченности геотопа прямой солнечной радиацией

Существенное влияние на реальные суммы поступающей прямой радиации оказывает облачность. При этом различия реальных сумм прямой радиации и сумм, рассчитанных без учета облачности, составляют от 27-30% в летние месяцы до 70-73% зимой. Различия годовых сумм составляет 50-51%. В целом, при учете облачности картина относительного распределения сумм прямой радиации между склонами различной крутизны и экспозиции сохраняется.

Распределение рассеянной радиации по территории имеет несколько иной характер и определяется, прежде всего, влиянием рельефа, где ведущую роль имеет уклон поверхности, определяющий то, какая часть полусферы неба отсекается склоном. Количество поступающей рассеянной радиации за год изменяется от 31,9 до 24,1 ккал/см². При этом минимальное значение характерно для склонов с уклоном поверхности в 61° , а максимальные при уклонах менее 1° . С увеличением уклона поверхности происходит уменьшение сумм рассеянной радиации.

Рассматривая месячные суммы рассеянной радиации, необходимо отметить, что максимальные значения количества поступающей рассеянной радиации характерны для июня и июля, когда значения достигают 3,5-3,8 ккал/см², а минимальные в декабре-январе – 1,1-1,3 ккал/см². При этом различия при изменении крутизны склона 0,3-0,4 ккал/см² зимой и 0,9-1,0 ккал/см² летом.

Распределение рассеянной радиации по геотопам менее четкое в связи с использованием интервалов уклона поверхности и средних взвешенных значений, однако, с увеличением уклона поверхности уменьшаются суммы рассеянной радиации.

В разных геотопам при одном интервале уклона поверхности средние взвешенные значения могут несколько различаться за счет преобладания уклонов разных частей выбранного диапазона.

В целом, различия в годовых суммах рассеянной радиации по геотопам достигают всего лишь 5–7%, хотя реальные различия при использовании не средних значений, а значений в каждой конкретной точке достигают 23%.

Изменение месячных сумм рассеянной радиации по геотопам аналогичны распределению рассеянной радиации: зимой наблюдаются минимальные значения, при этом различие между геотопами так же минимально. Летом картина противоположна.

Возникает вопрос об определении средних значений радиации по геотопам при использовании интервалов значений уклона и экспозиции.

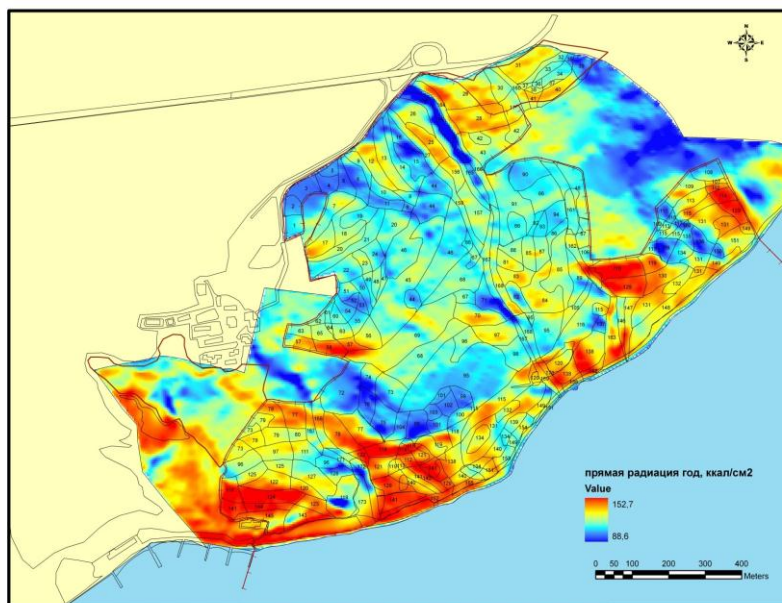


Рис. 1. Годовая сумма прямой солнечной радиации без учета облачности

Существенное влияние на поступление сумм рассеянной радиации вносит облачность. Так, при учете облачности годовые суммы радиации увеличиваются до 33,6-44,3 ккал/см² за счет дополнительной радиации, рассеянной облаками. Различия годовых сумм при учете облачности и без учета облачности составляют до 24%. В январе, как и во все зимние месяцы, за счет высокой облачности суммы рассеянной радиации увеличиваются до 0,4-0,9 ккал/см². Различия по отношению к суммам рассеянной радиации, рассчитанных без учета облачности составляют до 22%.

В летние месяцы процентные различия между суммами радиации с учетом облачности и без сохраняются, однако фактические различия увеличиваются. Так, для июля процентные различия составляют 20-21%, а фактические увеличиваются до 0,9-1,0 ккал/см².

Общая тенденция изменения сумм рассеянной радиации между различными склонами и геотопами сохраняется.

Суммарная радиация

Анализируя полученные карты суммарной солнечной радиации, поступающей на территории заповедника «Мыс Мартьян» отметим, что величины годовых сумм радиации находятся в пределах 118,7-181,6 ккал/см², максимальные значения характерны для южного склона с уклоном поверхности 35,2°, минимальное для восточного склона с уклоном 3,7° (рис. 2).

Смещение месячного максимума суммарной радиации на июль (максимум прямой радиации приходится на июнь) связано с влиянием доли рассеянной радиации. Значения сумм радиации в июле и июне очень близки.

Рассматривая месячные суммы радиации, необходимо отметить, что максимальное значение характерно для июля, когда значения достигают 14,9-21,0 ккал/см², а минимальные в декабре – 2,2-10,2 ккал/см². При этом различия при изменении крутизны склона летом достигают 35%, зимой могут достигать 4,5-5 раз.

Различия в суммах радиации по геотопам менее четкое, сохраняется общая тенденция, «задаваемая» распределением прямой радиации, однако различия менее весомы за счет слабой дифференциации поля рассеянной радиации. Так, диапазон колебания сумм радиации по геотопам составляет 108,8-115,2 ккал/см², различие составляет менее 7%. В июле различия между склонами разной крутизны и экспозиции составляют 16,0-17,2 ккал/см² (различие – 6,8 %), в декабре – 2,7-3,4 ккал/см² (различие – 21 %).

За счет вклада рассеянной солнечной радиации происходит смещение максимума суммарной радиации по сравнению с прямой от южных склонов с уклоном поверхности 15-30° к южным с уклоном поверхности: в 10-15° и 30-45° (для летних месяцев).

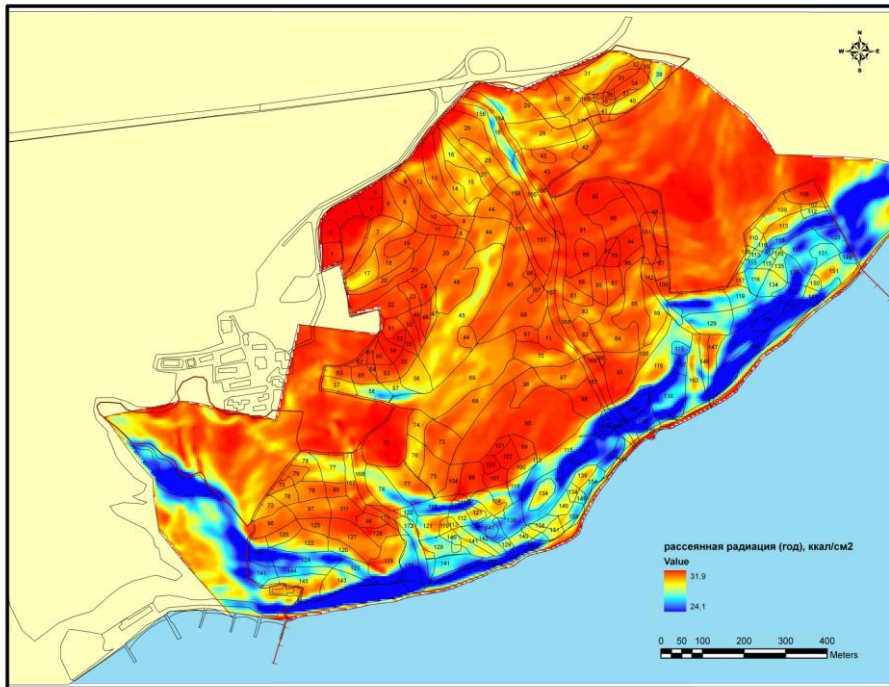


Рис. 2. Годовая сумма прямой солнечной радиации без учета облачности

Распределение сумм радиации с учетом облачности по количественным и пространственным характеристикам существенно отличаются от выше рассмотренных. При этом наблюдается общая тенденция снижения доли прямой радиации и увеличения доли рассеянной радиации. Годовые суммы находятся в пределах 85,6-116 ккал/см²; в июле – 12,3-17,3, а в декабре – 2,0-4,3 ккал/см². Доля рассеянной радиации в годовой сумме составляет до 38%, зимой количество рассеянной радиации больше, чем прямой. Так, в январе доля рассеянной радиации

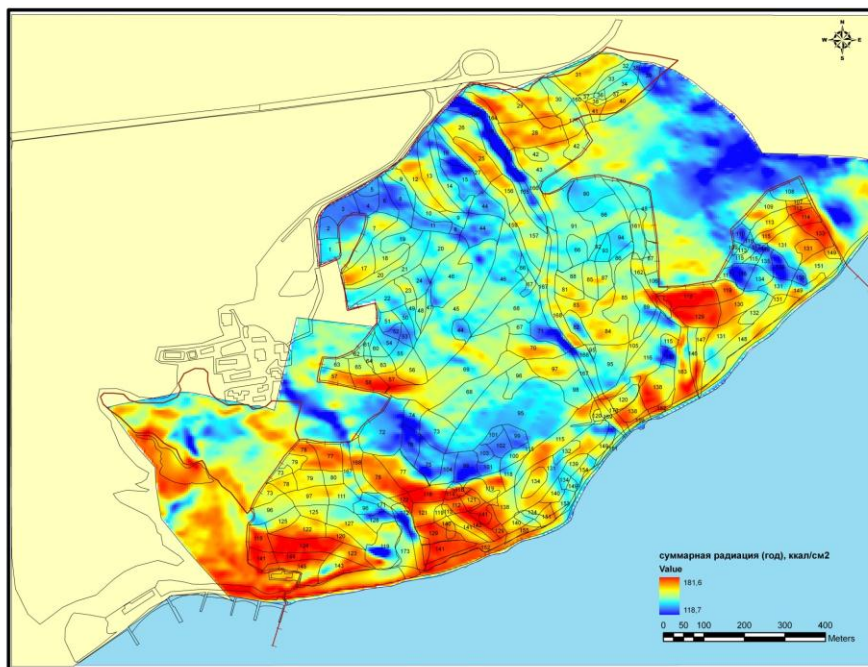


Рис. 3. Годовая сумма суммарной солнечной радиации без учета облачности

составляет 43%, а для геотопов с не высокими уклонами поверхности может составлять до 55-65% от общей суммы. В летние месяцы, например, в июле, доля рассеянной радиации составляет до 27%.

Выводы

Распределение сумм радиации по геотопам носит сложный характер. На формирование поля суммарной радиации в пределах геотопа оказывает влияние изменение величин прямой и рассеянной радиации за счет учета уклона поверхности и экспозиции. Уменьшение прямой и увеличение рассеянной радиации за счет влияний облачности, усреднение значений радиации за счет задания интервала значений экспозиции и уклона поверхности в геотопе.

Максимальные значения годовой суммарной радиации с учетом облачности характерны для южных склонов с уклоном поверхности 15-30°, минимальные для восточных и западных склонов не высокой крутизны (0-5°). В летние месяцы максимум приходится на южные склоны с уклоном поверхности 10-15°, зимой – на южные склоны с уклоном поверхности 15-30°.

Литература

- Кондратьев К.Я. Актинометрия – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 690 с.
Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова Н.П. Радиационный режим наклонных поверхностей – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 215 с.