

10. ДСТУ ISO 14011-97. Настанови щодо екологічного аудиту. Процедури аудиту. Аудит систем управління навколишнім середовищем /ДСТУ... – К.: Держстандарт України, 1997. – 18 с.
11. Закон України № 1862 - IV «Про екологічний аудит». – К., 2004. – 31 с.
12. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. Географический аспект /А.Г. Исаченко. – М.: Мысль, 1980. – 264 с.
13. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. – Львів: Інститут українознавства, 1997. – 440 с.
14. Малишева Л.Л. Принципи і методи геоecологічного районування території України /Л.Л. Малишева, П.Г. Шищенко, В.Г. Потапенко //Вісник Київського ун-ту. Серія Географія. – 1995. – вип.41, С. 3-13.
15. Малишева Л.Л. Геохімія ландшафтів: навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл.] /Л.Л. Малишева. – К.: Либідь, 2000. – 472 с.
16. Міллер Г.П. Ландшафтознавство: теорія і практика /Г.П. Міллер, В.М. Петлін, А.В. Мельник. – Львів: видавнич.центр ЛНУ ім. І. Франка, 2002. – 172 с.
17. Міщенко Л.В. Геоecологічний аудит та моделювання екосистем Покуття /Л.В. Міщенко //Наукові записки Тернопільського держ. педагогіч.ун-ту. Серія Географія, 2003. – №1. – С. 87-89.
18. Міщенко Л.В. Геоecологічний аудит впливу техногенного забруднення на довкілля і здоров'я населення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата географ. наук: спец. 11.00.11 “Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів” /Л.В. Міщенко. – Чернівці, 2003. – 19 с.
19. Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій /Л.В. Міщенко, М.Г. Грицюк: навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – Івано-Франківськ: Інститут менеджменту та економіки “Галицька академія”, 2008. – 272 с.
20. Палієнко В.П. Загальне геоморфологічне районування території України /В.П. Палієнко, М.Є. Барщевський, С.Ю. Бортник, Е.Т. Палієнко, Б.О. Вахрушев, Я.С. Кравчук, Р.М. Гнатюк, Ю.М. Зінко //Український географічний журнал. – 2004., №1. – С. 3-11.
21. Саєт Ю.Е. Геохимия окружающей среды /Ю.Е. Саєт, Б.А. Ревич, Е.П. Янина и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
22. Серов Г.П. Экологический аудит (Концептуальные и организационно-правовые основы) /Г.П. Серов. – М.: Экзамен, 2000. – 766 с.
23. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах /В.Б. Сочава. – Новосибирск, 1978. – 319 с.
24. Шевчук В.Я. Екологічний аудит /В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Навроцький В.М. – Київ: Вища школа, 2000. – 344 с.
25. Audits II. Agra Earth an Environmental Ltd. /Audits II. – Calgary: Canada, 1995, P.13-21.
26. Environmental auditing: an introduction and practical guide /Environmental // The British Library, 1993. – №3. – 78 p.
27. Industrial Waste Audit and Redaction Manual /Industrial ... //Published by the Ontario Waste Management Corporation (OWMC) with the original assistance of Canviro Consultants. – 1993. – 38p.

Смирнов В.О.

УДК 631.432

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЗАТЕНЕНИЯ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «МЫС МАРТЬЯН»)

Введение

Расчетам значений величин солнечной радиации посвящено много исследований. Наблюдения прямой солнечной радиации в Крыму производятся лишь в трех пунктах (Карадаг, Никитский Сад, Евпатория), поэтому эти данные могут быть использованы лишь для корректировки расчетных данных. Прямая радиация довольно точно рассчитывается, в том числе и на наклонные поверхности, поскольку солнечные лучи характеризуются геометрически правильным распределением в пространстве. Еще в тридцатые годы теорию поступления прямой радиации на наклонные поверхности разработал казанский метеоролог П.Т. Смоляков. Впоследствии алгоритм расчета прихода составляющих радиационного баланса на склоны дали [2, 3]). Различные варианты расчета приводят [1,4] и др. На основании их работ были проведены расчеты потоков прямой солнечной радиации на поверхности склонов в природном заповеднике «Мыс Мартьян» (на базе топографической карты 1:1000).

Цель работы состоит в изучении влияния затенения поверхностей прилегающими объектами разного пространственного уровня и удаленности от территории, в анализе пространственной дифференциации условий затенения с помощью геотопологического анализа. Это является явно актуальным вопросом при учете необходимости оценки радиационного баланса территории.

1. Объект исследования

Объектом исследования является территория природного заповедника «Мыс Мартьян».

Природный заповедник «Мыс Мартьян» расположен в центральной части Южного берега Крыма. Территория заповедника имеет следующие координаты: нижняя морская граница - 44°30' с.ш., верхняя (ВУМ-

240 м) – $44^{\circ}31'$ с.ш., западная – $31^{\circ}15'$ в.д., восточная – $31^{\circ}16'$ в.д. Заповедник расположен на южном склоне Главной гряды Крымских гор.

2. Методы исследования

Алгоритм расчета потока прямой и рассеянной солнечной радиации на поверхности склонов с учетом эффекта затенения рельефа производился по методике Кондратьева К. Я. [2].

Для учета облачности использована полумперическая формула, предложенная Копыловым Н.М. и описанная Кондратьевым И. К. [2]. Реализация алгоритма была проведена в ArcGis 9.1 Spatial Analyst

3. Полученные результаты

Рассмотренная картина перераспределения прямой солнечной радиации на территории заповедника «Мыс Мартьян» усложняется влиянием соседних хребтов и склонов, проявляющееся в затенении отдельных поверхностей в пределах территории и переотражении поступающей радиации соседними склонами. Это проявляется в частичном изменении реальных сумм прямой радиации на отдельных участках территории, за счет отсутствия поступления солнечных лучей из-за затеняющего объекта. Степень затенения определяется относительной геометрической формой препятствия и поверхности, геометрия угла затенения обуславливает пропорциональные размеры и близость препятствия к поверхности.

Затенение территории может рассматриваться в различных пространственных масштабах, в зависимости от масштаба, удаленности затеняющего объекта и экспозиции затеняемого участка.

Для территории заповедника «Мыс Мартьян» выделено 3 уровня затеняющих объектов:

1. Объекты масштаба хребтов Главной гряды Крымских гор.

К данным объектам относится хребет Ай-Петринской яйлы и хребет Никитской яйлы.

Хребет Ай-Петринской яйлы расположен в 16 км от территории заповедника на запад, юго-запад. Перепад высот между территорией заповедника и кромкой хребта составляет 1570-1620 м. Угол затенения составляет $8-10^{\circ}$. Азимут затенения составляет $220-325^{\circ}$.

Таким образом хребет Ай-Петринской яйлы отсекает прямые лучи Солнца при высотах $8-10^{\circ}$ после полудня и рассеянные лучи Солнца находящегося под горизонтом в вечерние сумерки. Особое значение данное затенение имеет для западных и юго-западных склонов на территории заповедника не получающих часть прямой солнечной радиации за счет затенения в послеполуденные часы, по сравнению с восточными и юго-восточными склонами, получающими данные суммы радиации в утренние часы.

Хребет Никитской яйлы расположен в 8 км от территории заповедника на север-северо-восток. Заповедник «Мыс Мартьян» является окончанием одного из отрогов Никитской яйлы. Перепад высот между территорией заповедника и кромкой хребта составляет 1280-1350 м. Угол затенения составляет $14-16^{\circ}$. Азимут затенения составляет $315-45^{\circ}$.

В связи с расположением на север-северо-востоке хребет не участвует в затенении прямой солнечной радиации поступающей на территорию заповедника. Данное затенение имеет значение при рассмотрении рассеянной солнечной радиации.

2. Прилегающие к затеняемому участку склоны большей крутизны.

Типичным примером данного уровня затенения является крупный юго-восточный склон с уклоном поверхности $5-10^{\circ}$ в центральной части заповедника, окруженный с северо-запада и с запада склонами крутизной $10-15^{\circ}$ и $15-30^{\circ}$ с перепадом высот 40-45 (угол затенения $17-19^{\circ}$) и с востока и северо-востока склонами крутизной $15-30^{\circ}$ и $10-15^{\circ}$ (угол затенения $10-12^{\circ}$).

Данный уровень затенения усиливает уменьшение поступающей прямой радиации обусловленное затенением хребтами Ай-Петринской и Никитской яйлы. Однако, количество «недопоступающей» солнечной радиации относительно невелико, в связи с небольшой разницей углов затенения крупных хребтов и прилегающих склонов.

3. Противоположные склоны глубоко врезанных балок и склоны прилегающие к обрывистым уступам. Подобных комбинаций затенения на территории заповедника «Мыс Мартьян» достаточно много. В некоторых случаях угол затенения может составлять до $55-70^{\circ}$, что, например для западных и восточных склонов обуславливает существенное снижение поступающей радиации в утренние и вечерние часы. Особо ярко данный уровень затенения проявляется в приморской зоне заповедника, где крутые склоны южной и юго-восточной экспозиции чередуются с глубокооврезанными расселинами и уступами.

Используя карты распределения прямой солнечной радиации по территории с учетом затенения поверхностей соседними хребтами и склонами возможно определить реальное количество прямой солнечной радиации поступающей к поверхности и определить роль затенения объектов различного уровня при сравнении затененных и не затененных склонов (таблица 1).

Анализируя таблицу 7, необходимо отметить, что затенение склонов соседними склонами и хребтами, приводит к не существенному изменению количества поступающей прямой солнечной радиации, при чем в ряде случаев влияние различных уровней затенения накладывается, что приводит еще большему уменьшению поступающих сумм радиации.

Влияние затенения хребтом Ай-Петринской яйлы отчетливо проявляется на западных и юго-западных склонах. Количество поступающей прямой радиации уменьшается на 2-3% независимо от крутизны склона при западной экспозиции и на 2-3% на юго-западных склонах крутизной $0-3^{\circ}$ и $3-5^{\circ}$, на юго-западных склонах большей крутизны различия не фиксируются в выбранном интервале сумм поступающей прямой радиации. Подобная картина наблюдается на затененных южных склонах.

Влияние затенения хребтом Ай-Петринской яйлы на северо-восточных, восточных и юго-восточных склонах явно менее существенно и так же не фиксируется в выбранном интервале.

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЗАТЕНЕНИЯ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ
(НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «МЫС МАРТЬЯН»)**

Таблица 1. Величины затенения прямой солнечной радиации (годовые суммы) на различных уровнях затенения

Экспозиция/уклон поверхности	Не затененный склон	Общий % затенения	Крупные хребты		Прилегающие склоны		Склоны балок и уступов	
			ккал/см ²	Процент затенения	ккал/см ²	% затенения	ккал/см ²	% затенения
СВ	3-5	147-157						
	5-10	163-168	3,0-3,7		157-163	3,0-3,7		
	10-15	163-168						
	15-30	147-157	9,4-18,7		157-163	3,0-3,7	125-147	6,4-15,0
В	0-3	171-175	4,6-4,7		163-167	4,6-4,7		
	3-5	163-168	3,0-3,7		157-163	3,0-3,7		
	15-30	179-184	8,7-8,9		163-168	8,7-8,9		
	30-45	163-168	6,0-7,4		157-163	3,0-3,7	151-163	3,0-3,7
ЮВ	0-3	171-175	4,0-4,7		163-168	4,0-4,7		
	5-10	175-179	4,5-4,6		167-171	4,5-4,6		
	10-15	179-184	4,5-4,9		171-175	4,5-4,9		
Ю	0-3	168-171	2,1-2,7	163-168	2,1-2,7			
	3-5	171-175	3,9-4,5	168-171	2,1-2,2	168-171	1,8-2,3	
	5-10	179-184	4,5-5,1	175-179	2,3-2,4	175-179	2,2-2,7	
	10-15	184-189	7,3-8,1	179-184	2,4-2,8	175-179	4,9-5,3	
	15-30	189-197	5,2-8,5	184-189	2,8-4,4	184-189	2,6-4,1	
	30-45	175-179	3,9-4,6				175-179	1,8-2,3
	более 45		4,3-5,0	171-175	2,1-2,3			168-171
ЮЗ	0-3	171-175	2,1-2,2	168-171	2,1-2,2			
	5-10	175-179	8,2-8,4	171-175	2,1-2,3	164-168	6,1-6,3	
	15-30	179-184	14,8-15,7				157-163	12,5-13,3
	30-45		15,5-20,3	175-179	2,3-2,4		147-157	13,7-17,9
З	0-3	171-175	2,1-2,1	168-171	2,1-2,1			
	3-5	163-168	2,7-3,7	157-163	2,7-3,7			
	15-30	179-184	2,3-2,4	175-179	2,3-2,4			

Влияние объектов затенения второго уровня более разнообразно и приводит к более существенным изменениям поля радиации, при этом на склонах затеняемых хребтом Ай-Петринской яйлы происходит наложение теней.

На северо-восточном склоне затенение прилегающим с востока склоном крутизной 15-30° приводит к снижению количества поступающей радиации на 3-4%

На восточных склонах крутизной 0-3° и 3-5° у западной границы заповедника прилегающий с северо-запада склон крутизной 10-15° приводит к снижению поступающей солнечной радиации на 4-5%

На территории заповедника достаточно часто встречаются юго-восточные склоны крутизной 0-3° и 3-5° к которым прилегают восточные склоны крутизной 10-15°, при этом происходит снижение количества поступающей радиации за счет затенения на 4-5%.

Большие площади в заповеднике занимают сочетания склонов юго-восточной экспозиции крутизной 10-15° и прилегающих к ним склонов восточной экспозиции крутизной 15-30°. Снижение количества поступающей радиации в данном случае составляет не более 5%.

На территории заповедника достаточно много комбинаций прилегающих юго-восточных склонов и затеняемых ими южных склонов с различными комбинациями крутизны. В данных случаях уменьшение количества поступающей прямой солнечной радиации не превышает 2-2,5%.

Затенение противоположных склонов глубоко врезанных балок и склонов прилегающие к обрывистым уступам приводит к наиболее существенному снижению поступающих сумм прямой радиации.

Затенение северо-восточного склона крутизной 15-30° противоположным восточным склоном той же крутизны в балке расположенной у северной границы заповедника приводит к снижению поступающей радиации на 8%. Затенение восточного склона западным в той же балке приводит к снижению суммы радиации на 6-8%.

Для анализа изменения величины затенения были определены теневые маски и суммы прямой солнечной радиации для июля и декабря месяца, значения величины затенения приведены в процентные соотношения и представлены в таблице 1.

Анализ таблицы 1 показывает, что в зимние месяцы (в данном случае в декабре величина затенения достигает 22 % – максимум, 4% – среднее значение) процент затенения и площади затенения выше чем летом (в данном случае в июле величина затенения достигает только 8 % – максимум, 2,5-среднее значение), что связано с меньшей высотой солнца зимой, однако сама величина затенения летом выше (максимальная величина затенения в июле – 1,4 ккал/см², в декабре – 0,6 ккал/см²).

Таблица 2. Величины суммарного затенения в различные сроки

	Не затененный склон	Общий % затенения		
экспозиция	уклон	год	декабрь	июль
СВ	3-5			
	5-10	3,0-3,7	4,5-5,0	менее 1
	10-15			
	15-30	9,4-18,7	13,3-19,2	5,1-5,7
В	0-3	4,6-4,7	6,0-6,2	1,8-2,0
	3-5	3,0-3,7		менее 1
	15-30	8,7-8,9	10,9-12,3	3,4-3,9
	30-45	6,0-7,4	8,2-9,2	2,9-3,2
ЮВ	0-3	4,0-4,7	5,2-6,2	1,6-2,0
	5-10	4,5-4,6	6,0-6,1	1,9-2,5
	10-15	4,5-4,9	6,0-6,3	2,0-2,9
Ю	0-3	2,1-2,7	3,4-4,2	менее 1
	3-5	3,9-4,5	5,1-6,1	1,5-1,9
	5-10	4,5-5,1	6,0-6,4	1,8-2,1
	10-15	7,3-8,1	9,3-10,2	3,1-3,2
	15-30	5,2-8,5	6,5-10,7	2,1-3,8
	30-45	3,9-4,6	5,1-6,1	1,0-1,9
	более 45	4,3-5,0	5,7-6,3	1,7-2,0
ЮЗ	0-3	2,1-2,2	3,2-3,5	менее 1
	5-10	8,2-8,4	10,3-10,6	3,2-3,8
	15-30	14,8-15,7	15,9-16,3	5,5-6,0
	30-45	15,5-20,3	16,2-21,2	6,2-8,1
З	0-3	2,1-2,2	менее 1	менее 1
	3-5	2,7-3,7	3,6-3,9	менее 1
	15-30	2,3-2,4	3,6-3,7	менее 1

3. Выводы

Анализируя вышеизложенные закономерности необходимо отметить, что затенение склонов имеет весомое значение при рассмотрении реального радиационного поля прямой солнечной радиации. Затенение склонов объектами различных пространственных уровней на территории заповедника «Мыс Мартыня» приводит к снижению годовых сумм поступающей прямой солнечной радиации на 1-8 %, в зависимости от типа затенения. Максимальные годовые значения достигают 13-20%, однако имеют незначительные площадные характеристики.

Таким образом возникает вопрос о возможности выделения **первичных местоположений и вторичных**. Первичные – инсоляционные местоположения определяют распределение солнечной радиации без учета влияния соседних геотопов – без учета затенения на разных пространственных уровнях. Вторичные инсоляционные наведенные местоположения выделяются в связи с условиями затенения и могут приводить к дальнейшей дифференциации геотопологической структуры территории.

Источники и литература

1. Жаров В.А. Определение суточных сумм потоков радиации на поверхность склонов / В.А.Жаров, С.Г. Яковченко // Водные ресурсы. – 2003. – Т.30. – № 6. – С. 72-74.
2. Кондратьев К.Я. Актинометрия / Кондратьев К.Я. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 690 с.
3. Heywood H. The Computation of Solar Radiation Intensities / H. Heywood // Solar Radiation on Inclined Surfaces. – 1965. – P.46-52.
4. Jenco M. Distribution of direct solar radiation on georelief and its modelling by means of complex digital model of terrain / M. Jenco // Geograficky casopis. – 1992. – № 44. – P. 342-355.