

УДК 631.234

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

УЧЁТ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СЕЗОННЫХ ТЕПЛИЦ

Блажнов Александр Александрович
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 2530-4598

Алибекова Ирина Владимировна
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 8553-0297

Глухова Лилия Рамильевна
старший преподаватель
SPIN-код: 6030-3335
Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орёл, Россия

Каверзнева Татьяна Тимофеевна
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 9801-3490
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия

Выращивание овощных культур в сезонных теплицах позволяет получать более ранние урожаи по сравнению с открытым грунтом. Возможным резервом для ускорения созревания продукции является строительство теплиц на наклонных площадках. С увеличением уклона угол падения солнечных лучей и температура поверхности возрастают. Цель исследования предусматривала сравнительный анализ поступления суммарной солнечной радиации на горизонтальную и наклонные поверхности с различным уклоном и ориентацией. Применялся аналитический метод исследования с использованием обобщения и анализа информационных данных. Установлено наибольшее поступление солнечной радиации на наклонные поверхности южной ориентации по отношению к горизонтальной плоскости в весенние и осенние месяцы. Увеличение прихода радиации составляет примерно десять процентов на каждые пять градусов. Сделан вывод о целесообразности строительства сезонных теплиц на южных склонах. Такое расположение сооружений позволяет осуществить более раннюю посадку овощных и зеленых культур и продлить период вегетации

Ключевые слова: СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ, НАКЛОННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ, РАЦИОНАЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ТЕПЛИЦ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-217-009>

<http://ej.kubagro.ru/2026/03/pdf/09.pdf>

UDC 631.234

4.3.1. Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

CONSIDERING THE TERRAIN'S RELIEF WHEN CONSTRUCTING SEASONAL GREENHOUSES

Blazhnov Alexander Alexandrovich
Cand.Tech.Sciences, associate Professor
RSCI SPIN code: 2530-4598

Alibekova Irina Vladimirovna
Cand.Tech.Sci.
RSCI SPIN code: 8553-0297

Glukhova Liliya Ramielievna
senior teacher
RSCI SPIN code: 6030-3335
Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Oryol, Russia

Kaverzneva Tatyana Timofeevna
Cand.Tech.Sci., Associate Professor
RSCI SPIN-code: 9801-3490
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.

Growing vegetable crops in seasonal greenhouses allows to get earlier harvests compared to open ground. A possible way to accelerate crop ripening is to construct greenhouses on sloping sites. As the slope increases, the angle of sunlight incidence and surface temperature increase. The study aimed to compare the total solar radiation influx onto horizontal and sloping surfaces with varying slopes and orientations. An analytical method was used to summarize and analyze data. It was found that southern-facing sloping surfaces receive the greatest amount of solar radiation relative to the horizontal plane during the spring and fall months. The increase in radiation influx is approximately ten percent for every five degrees. It was concluded that constructing seasonal greenhouses on southern slopes is advisable. This location allows for earlier planting of vegetables and green crops and extends the growing season

Keywords: SOLAR RADIATION, SLOPING LAND SURFACES, RATIONAL PLACEMENT OF GREENHOUSES

Введение. Использование сезонных теплиц (неотапливаемых теплиц с весенне-осенним оборотом овощных культур) для выращивания сельскохозяйственной продукции обеспечивает по сравнению с открытым грунтом получение более раннего урожая, увеличение продуктивности и более длительный период вегетации растений. Дополнительным резервом повышения таких показателей является рациональное размещение теплиц на участке строительства, обеспечивающее большее поступление солнечной радиации (тепла, света) в культивационное сооружение.

Цель исследования предусматривала рассмотрение поступления солнечной радиации на горизонтальную и наклонные поверхности земли различной ориентации и определение рационального расположения сезонной теплицы на рельефе с учётом наибольшего поступления солнечного тепла и света.

Материалы и методы исследования. Применялся аналитический метод исследования с использованием обобщения и анализа информационных данных.

Результаты и обсуждение. Достигающая поверхности Земли солнечная радиация состоит из прямой радиации (приходящей на земную поверхность непосредственно от Солнца) и рассеянной от всего небосвода (от преломлённых облаками, водяным паром, пылью прямых солнечных лучей), совместно составляющих суммарную солнечную радиацию. Суммарная радиация нагревает верхний слой почвы и частично отражается. Для её вычисления используется формула [1]

$$Q = I_{\text{п}} \cdot \sin h + D , \quad (1)$$

где Q - суммарная солнечная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность земли; $I_{\text{п}}$ - прямая солнечная радиация, измеряемая актинометрами в плоскости, перпендикулярной солнечным лучам; h - высота Солнца на горизонте (угол падения солнечных лучей);

D - рассеянная солнечная радиация, измеряемая пиранометром, установленным на горизонтальную поверхность земли и затенённым от прямых солнечных лучей.

Так, значения суммарной радиации по месяцам для г.Москвы (56° с.ш.) приведены в табл.1[2].

Таблица 1 – Суммарная (прямая + рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность по месяцам при действительных условиях облачности, МДж/м², (г.Москва)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
58	130	270	388	563	615	568	462	288	134	56	31

Приток солнечной энергии на местность зависит от ряда факторов: времени года, географической широты, ориентации участка местности относительно стран света и её крутизны. Известно, что с увеличением угла падения солнечных лучей на поверхность её температура повышается (рис.1). Повышение температуры обусловлено распределением солнечной энергии по меньшей площади.

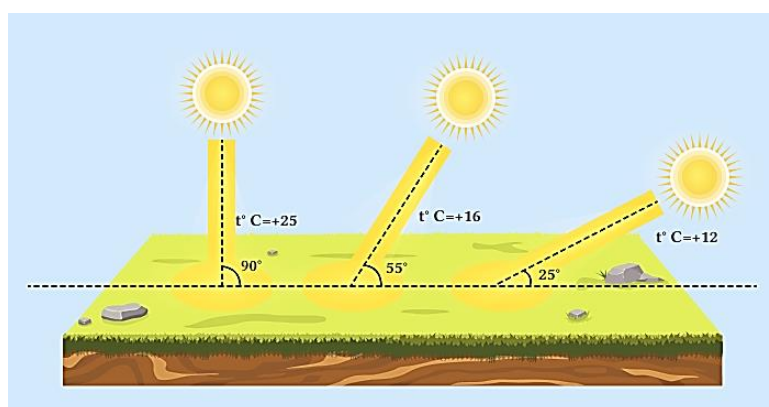


Рисунок 1 – Изменение нагрева горизонтальной поверхности в зависимости от угла падения солнечных лучей

Различно ориентированные склоны нагреваются по – разному [3,4]. При определении интенсивности прямой радиации на поверхность склона учитываются как крутизна и ориентация склона, так и астрономические факторы (рис. 2)

$$I_{\text{скл}} = I_{\text{п}} \cos i , \quad (2)$$

где $I_{\text{п}}$ - прямая радиация на перпендикулярную к лучам поверхность; $\cos i$ - косинус угла падения солнечных лучей на данную поверхность, вычисляемый по формуле

$$\cos i = \cos \alpha \sin h + \sin \alpha \cos h \cos \varphi , \quad (3)$$

где α - угол (крутизна) склона; i – угол падения солнечных лучей на склон; h - высота Солнца на горизонте (угол падения солнечных лучей); φ - разность азимутов Солнца и проекции нормали к склону (азимут солнца — угол между направлением на Солнце и направлением на север. Измеряется в градусах (от 0° до 360°) по часовой стрелке и показывает, где находится Солнце относительно сторон света).

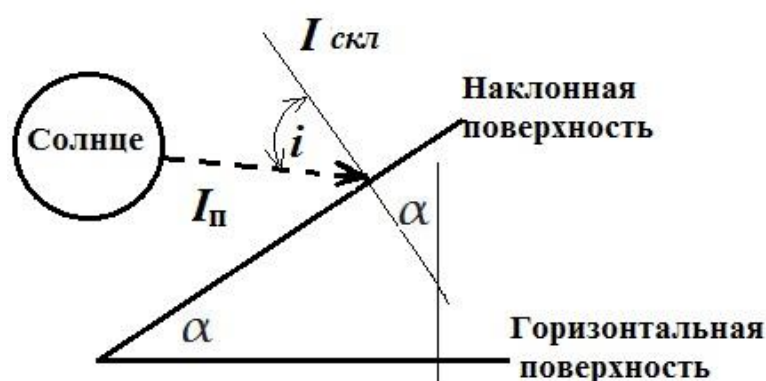


Рисунок 2 – Схема поступления прямой радиации на поверхность склона

По данным актинометрических измерений наибольший приход прямой солнечной радиации установлен для южных склонов. В качестве примера для Москвы (56° с.ш.) в табл.2 приведены коэффициенты для пересчёта с горизонтальной поверхности средних суточных или месячных сумм прямой радиации на наклонную поверхность [2,3].

Таблица 2 – Коэффициенты для пересчёта прямой солнечной радиации на наклонную поверхность

Широта, град.с.ш.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
56	Северная ориентация. Угол наклона 5°											
	0,53	0,75	0,85	0,92	0,96	0,98	0,97	0,94	0,89	0,8	0,66	0,5
	Угол наклона 10°											
	0,19	0,48	0,69	0,82	0,89	0,92	0,9	0,88	0,76	0,59	0,27	0,12
	Южная ориентация. Угол наклона 5°											
	1,36	1,25	1,16	1,07	1,03	1,02	1,02	1,05	1,11	1,19	1,35	1,53
	Угол наклона 10°											
	2,12	1,48	1,29	1,13	1,05	1,01	1,03	1,1	1,18	1,41	1,7	2,4

Из данных табл.2 следует, что приход солнечной радиации в летние месяцы на поверхности южной ориентации при уклонах до 10° незначительно отличается от прихода на горизонтальную поверхность. Более заметна разница приходов суммарной радиации весной и осенью, вычисленная при средних условиях облачности [5,6] и показанная на рис.3.

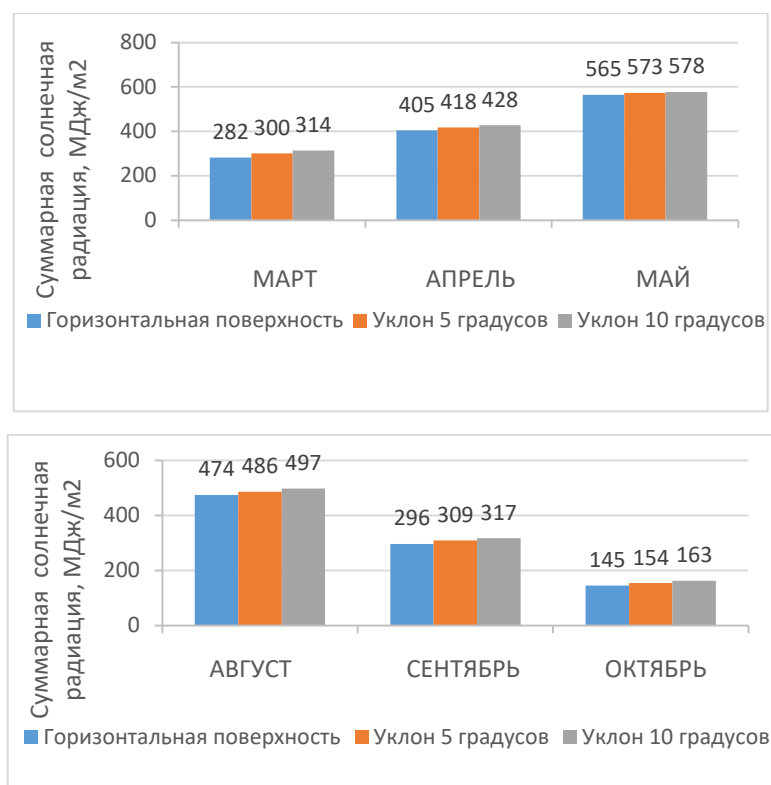


Рисунок 3 – Гистограммы изменения прихода суммарной солнечной радиации на поверхность земли в весенние и осенние месяцы (г.Москва)

Анализ графических данных рис.3 показал, что увеличение прихода суммарной солнечной радиации при 5 - градусном уклоне поверхности по отношению к горизонтальной поверхности земли за весенние месяцы составляет примерно 10%, а в течение августа – октября – около 13%. При 10 – градусном уклоне поверхности за указанные периоды увеличение прихода суммарной солнечной радиации равно 18 и 24%. Полученные результаты показывают возможность более ранней посадки овощных и зеленых культур в сезонные теплицы и продление срока их выращивания.

В качестве светопрозрачного ограждения сезонных теплиц используются полимерные плёнки, сотовые поликарбонатные листы, листовое стекло. Большой теплоудерживающей способностью обладают поликарбонатное и стеклянное ограждения. К недостаткам поликарбоната относится его быстрое старение (снижение светопропускания) и

недолговечность, к недостаткам стеклянных теплиц можно отнести хрупкость стекла и более высокую стоимость строительства [7-10].

Заключение. Наибольшее количество солнечной радиации поступает на южно-ориентированные склоны. По отношению к горизонтальной поверхности увеличение притока суммарной солнечной радиации наиболее существенно в весенние и осенние месяцы, Например, для Московской обл. это увеличение соответственно примерно составляет: при угле 5° - 10 и 13%, при 10 – градусном угле поверхности - 18 и 24%. Усиление притока тепла обеспечивает возможность более ранней посадки овощных и зеленых культур в сезонные теплицы и продление срока их вегетации.

Список литературы

1. Хромов С.П. Метеорология и климатология: Учебник. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. 582 с.
2. Строительная климатология: Справочное пособие к СНиП 23-01-99*. М.: Стройиздат, 2006. 258 с.
3. Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П. Радиационный режим наклонных поверхностей. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 170 с.
4. Исаков С.В., Шкляев В.А. Оценка поступления солнечной радиации на естественные поверхности с применением геоинформационных систем // Географический Вестник. 2012. №1(20) с. 72-81.
5. Научно – прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1- 6. Выпуск 8. Москва и Московская область. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 256 с.
6. СП 131.13330.2025 «СНиП 23-01-99 * Строительная климатология».
7. СП 107.13330.2012 «СНиП 2.10.04-85 Теплицы и парники»
8. Блажнов А.А. Рассадно - овощная теплица для малых форм хозяйствования // Вестник аграрной науки. 2023. № 5 (104). с. 41-47.
9. Блажнов А.А. Способ расчета пленочного ограждения теплицы на ветровую нагрузку // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 9 (729). с. 72-76.
10. Блажнов А.А. Рациональные параметры блочной теплицы построечного изготовления для малых форм хозяйствования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. № 11. с. 41-47.

References

1. Hromov S.P. Meteorologiya i klimatologiya: Uchebnik. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 2006. 582 s.

2. Stroitel'naya klimatologiya: Spravochnoe posobie k SNiP 23-01-99*. M.: Strojizdat, 2006.258 s.
3. Kondrat'ev K.YA., Pivovarova Z.I., Fedorova M.P. Radiacionnyj rezhim naklonnyh poverhnostej. L.: Gidrometeoizdat, 1978.170 s.
4. Isakov S.V., SHklyayev V.A. Ocenka postupleniya solnechnoj radiacii na estestvennye poverhnosti s primeneniem geoinformacionnyh sistem // Geograficheskij Vestnik .2012. №1(20) s.72-81.
5. Nauchno – prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. Seriya 3. Mnogoletnie dannye. CHasti 1- 6. Vypusk 8. Moskva i Moskovskaya oblast'. L.: Gidrometeoizdat, 1990. 256 s.
6. SP 131.13330.2025 «SNiP 23-01-99 * Stroitel'naya klimatologiya».
7. SP 107.13330.2012 «SNiP 2.10.04-85 Teplicy i parniki»
8. Blazhnov A.A. Rassadno - ovoshchnaya teplica dlya malyh form hozyajstvovaniya// Vestnik agrarnoj nauki. 2023. № 5 (104). s. 41-47.
9. Blazhnov A.A. Sposob rascheta plenochnogo ograzhdeniya teplicy na vetrovuyu nagruzku// Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo. 2019. № 9 (729). s. 72-76.
10. Blazhnov A.A. Racional'nye parametry blochnoj teplicy postrochnogo izgotovleniya dlya malyh form hozyajstvovaniya// Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. SHuhova