

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПОТЕРЬ СВЕТОВОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ  
СВЕТОПРОНИЦАЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕПЛИЦ ПРИ ЕЕ ОСВЕЩЕНИИ  
ДНАТ СВЕТИЛЬНИКАМИ**

*S.E. ТЕМНИК<sup>1</sup>, К.В. СМОЛЯКОВА<sup>1</sup>, С.Б. ТУРАНОВ<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Лицей при ТПУ

<sup>2</sup> Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: [sofya.temnik@yandex.ru](mailto:sofya.temnik@yandex.ru)

**MODELING AND CALCULATION OF THE LUMINOUS FLUX LOSSES  
THROUGH THE TRANSPARENT PART OF GREENHOUSE AT ITS  
ILLUMINATION HPS LAMPS**

*S.E. TEMNIK<sup>1</sup>, K.V. SMOLYAKOVA<sup>1</sup>, S.B. TURANOV*

<sup>1</sup>Lyceum of TPU

E-mail: [sofya.temnik@yandex.ru](mailto:sofya.temnik@yandex.ru)

***Annotation.** The paper shows the modeling and calculation of the luminous flux loss when illuminated greenhouses HPS lamps. Modeling performed in the program DIALux EVO. It is shown that the loss of light due to the reflection of the light flux from the surface of the leaves can reach 21.68%. It is proved that the calculated losses arise due to the fact that the maximum reflection of green leaf emission maxima coincide with HPS lamps. It demonstrated the use of LED lights with the specialized spectrum of radiation reduces the loss of luminous flux of 17.2%.*

Большинство теплиц изготавливается из светопропускающих материалов (стекло, поликарбонат и т.д.) [1] При освещении таких теплиц, значительная часть света, отражаясь от растений и предметов, расположенных в теплице – отражается, проходит через прозрачные элементы конструкции и расходуется впустую. Что приводит к перерасходу электроэнергии и световому загрязнению. В связи с этим, предотвращение потерь светового потока через светопропускающие элементы промышленных теплиц, является одним из способов повышения энергоэффективности тепличных комплексов.

Целью данной работы является моделирование и расчет потерь светового потока через светопроницаемые элементы конструкции теплиц при ее освещении. А также разработка предложения по предотвращению данных потерь.

Для оценки величины указанных выше потерь, в программе DIALux EVO была рассчитана и построена модель промышленной теплицы (рисунок 1). Площадь тепличной площадки составляет 3456 м<sup>2</sup> (длина – 64 м, ширина 54 м, высота в верхней точке – 4 м.). В качестве материала для прозрачных элементов было выбрано стекло (коэффициент пропускания 88%), т.к. это наиболее распространённый материал, используемый при строительстве промышленных теплиц.

Для моделирования освещения были выбраны газоразрядные светильники ЖСП 20-600-702 Agro мощностью 640 Вт, так как на сегодняшний день это один из самых распространённых типов светильников применяемых в теплицах. В данном светильнике используются ДНаТ лампы мощностью 600 Вт, световой поток, которых составляет 90 клм, а световой поток от светильника – 59,5 клм. Для обеспечения средней освещенности 12 клк [1, 2] на рабочей поверхности, понадобилось 380 светильников общей мощностью – 0,24 МВт. Их общий световой поток составил – 22,63 Млм.

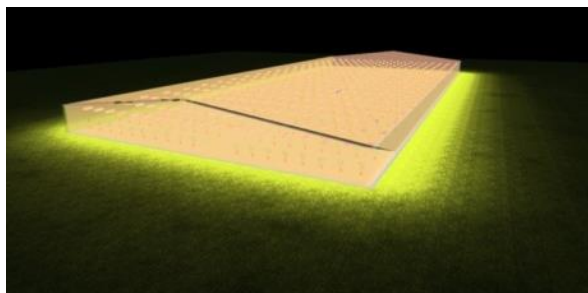


Рисунок 1 - модель освещения промышленной теплицы

Расчет потерь света через светопропускаемые элементы теплицы, производился по формуле:

$$\Delta\Phi = 100 \cdot \frac{\Phi_{\text{сн}}}{\Phi_0} \quad (1)$$

где  $\Phi_{\text{сн}}$  – это суммарный поток света, прошедший через все стенки теплицы, а  $\Phi_0$  – это общий поток света, излучаемый всеми светильниками.

Поток света, прошедший через стенки теплицы рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{сн}} = \sum_{i=1}^6 E_i \cdot S_i \quad (2)$$

где  $E$  – это средняя освещенность на рассчитываемой поверхности,  $S$  – это площадь рассчитываемой поверхности, а  $i$  – количество рассчитываемых поверхностей.

С помощью программы DIALux EVO была получена средняя освещенность на рассчитываемых поверхностях теплицы. Далее, по приведённой выше формуле, было рассчитано, что общий поток света, вышедший за пределы теплицы, составил – 4,9 Млм

На основании полученных данных, была рассчитана величина потерь светового потока через светопропускающие элементы теплицы, которая составила:

$$\Delta\Phi = 100 \cdot \frac{4,9}{22,6} = 21,68 \% \quad (3)$$

Очевидно, что большая часть данных потерь связана с отражением части светового потока именно от поверхности листьев. Для подтверждения данного факта было проведено сравнение спектра отражения зеленых листьев со спектром излучения ДНаТ светильников (рисунок 2). Спектры отражения исследуемых образцов в интервале длин волн 280-830 нм, перекрывающем спектральный диапазон 400-700 нм, который является основным для обеспечения процесса фотосинтеза (фотосинтетически активная радиация - ФАР) были измерены согласно методике [3].

Из рисунка 2 видно, что максимумы излучения ДНаТ светильника совпадают с максимумами отражения зеленым листом. Это говорит о том, что часть значительная излучения от ДНаТ светильника расходуется впустую, отражаясь от поверхности листьев и выходя за пределы теплицы.

Данную проблему можно решить, используя светодиодные светильники, подобрав спектр излучения таким образом, чтобы максимумы его излучения попадали на минимумы отражения зеленых листьев.

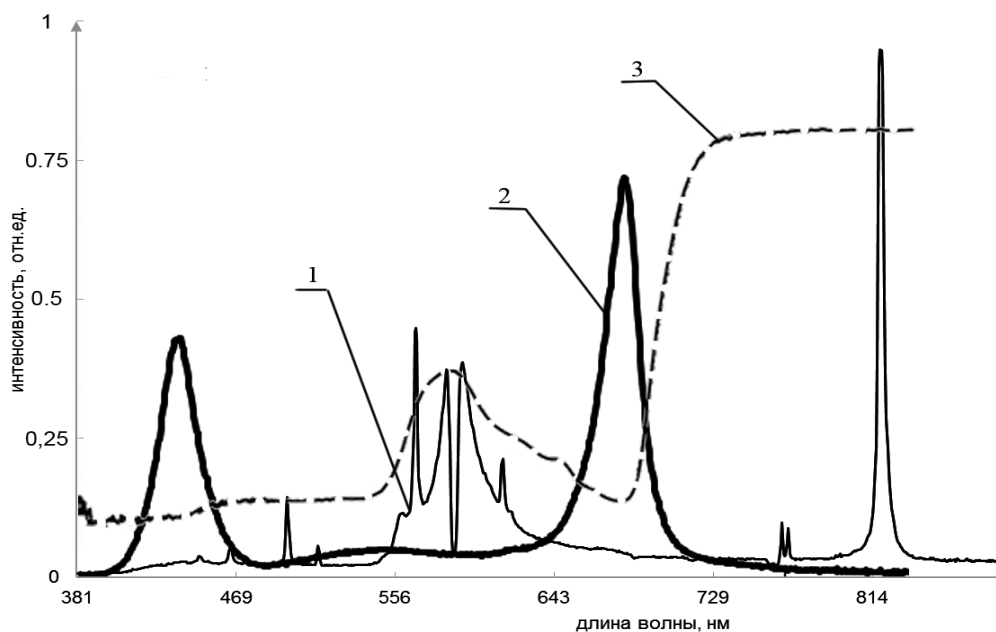


Рисунок 2 - Сравнение спектральных характеристик СД и ДНаТ светильника со спектром отражения зеленого листа

Для подтверждения данного высказывания, по формуле (1) были рассчитаны потери света через светопропускающие элементы теплицы при освещении ее светодиодными светильниками мощностью 100 Вт, со спектром излучения, представленном на рисунке 2. Их общий световой поток был сформирован такой же, как и при моделировании с ДНаТ светильниками – 22 Млм. Далее, было рассчитано, что общий поток света, вышедший за пределы теплицы в этом случае, составил – 1,3 Млм. На основании полученных данных было рассчитано, что величина потерь света при освещении теплицы светодиодными светильниками со специально подобранным спектральным составом составляет – 5,9 %.

Таким образом, можно снизить потребление электрической энергии облучательными установками для теплиц на 17,2 % только за счет подбора «правильного» спектрального состава облучателя.

### Список литературы

1. Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады НТП 10-95 [Электронный ресурс] URL: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/8/8604/](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/8/8604/) (дата обращения: 28.02.2016);
2. Естественное и искусственное освещение. СНиП 23-05-95\* [Электронный ресурс] URL: [http://www.know-house.ru/gost/sp\\_2013/sp\\_52.13330.2011.pdf](http://www.know-house.ru/gost/sp_2013/sp_52.13330.2011.pdf) (дата обращения 24.05.2016);
3. Спектрофотометр СФ-256 УВИ. Руководство по эксплуатации Ю-30.67 101 РЭ. 2011.