

Приложение А
(обязательное)

Инструкция по проведению светотехнического расчета
парка железнодорожной станции
в программе DIALux4.13

А.1 Модели осветительной установки парка железнодорожной станции для проведения светотехнического расчета разрабатываются в соответствии с требованиями п. 5.3 ГОСТ 34935-2023: "Нормы освещенности на железнодорожных объектах, где в соответствии с технологическим процессом может находиться подвижной состав, должны соответствовать заданным значениям в междупутьях и на путях при отсутствии подвижного состава, а также в междупутьях при наличии подвижного состава на смежных путях." Для рассматриваемого в курсовом проекте объекта освещения необходимо будет создать две модели осветительной установки парка железнодорожной станции:

- первая модель с наличием на смежных путях подвижного состава – крытых вагонов в соответствии с п. 6.2.7 ГОСТ 34935-2023;

- вторая модель при отсутствии подвижного состава на путях.

А.2 Модели включают зону парка, которая ограничена двумя смежными жесткими поперечинами, на которых установлены осветительные приборы. Расстояние L между указанными жесткими поперечинами принимается по заданию (первая цифра шифра).

Количество путей и междупутий, включаемых в модель, приведено в таблице А.1 с учетом возможного режима управления осветительной установки с точки зрения наихудших уровней освещенности на нормируемых поверхностях.

Таблица А.1 – Количество путей и междупутий в модели парка железнодорожной станции

Наличие подвижного состава в модели	Количество путей и междупутий при системе управления ¹⁾			
	с возможностью отключения осветительных приборов		с возможностью снижения светового потока осветительных приборов	
С наличием на смежных путях	Междупутье и два смежных пути	–	Все междупутья и пути ²⁾	–
Без подвижного состава	–	Два смежных междупутья и один путь	–	Все междупутья и пути
Примечания. 1. Система управления осветительной установкой принимается по заданию (по четвертой цифре шифра). 2. Количество путей в парке принимается по заданию (по второй цифре шифра). В модель рекомендуется включать не только междупутья, но и проходы с полевой стороны от крайних путей. Ширину этих проходов можно принять равной расстоянию между проекциями в плане подвижного состава на смежных путях. В примере расположения контрольных точек при измерении освещенности участка [ГОСТ 34935-2023, п. 6.2.7], освещаемого с жестких поперечин, показано, что проходы с полевой стороны от крайних путей освещаются, так же как и междупутья. Однако в указанном примере контрольных точек на проходах с полевой стороны нет, т.е. освещенность на соответствие нормам не контролируется.				

Расчетный размер ширины парка станции для модели со всеми междупутьями и путями L_1 , м

$$L_1 = m(N + 1) - B_{\text{ПС}}, \quad (\text{A.1})$$

где m – расстояние между осями смежных путей, м; принимается по заданию (по второй цифре шифра);

N – количество путей в парке; принимается по заданию (по второй цифре шифра);

$B_{\text{ПС}}$ – ширина крытого вагона; принимается 3,1 м [СТП БЧ 55.127-2019, п. 9.3].

При запуске программы DIALux 4.13 выбрать вкладку "Новый проект для наружной сцены" (рисунок А.2). Если диалогового окна с выбором варианта расчета при запуске программы не будет, то выбор необходимо сделать нажатием кнопки "Новая наружная сцена" на панели инструментов (рисунок А.3).

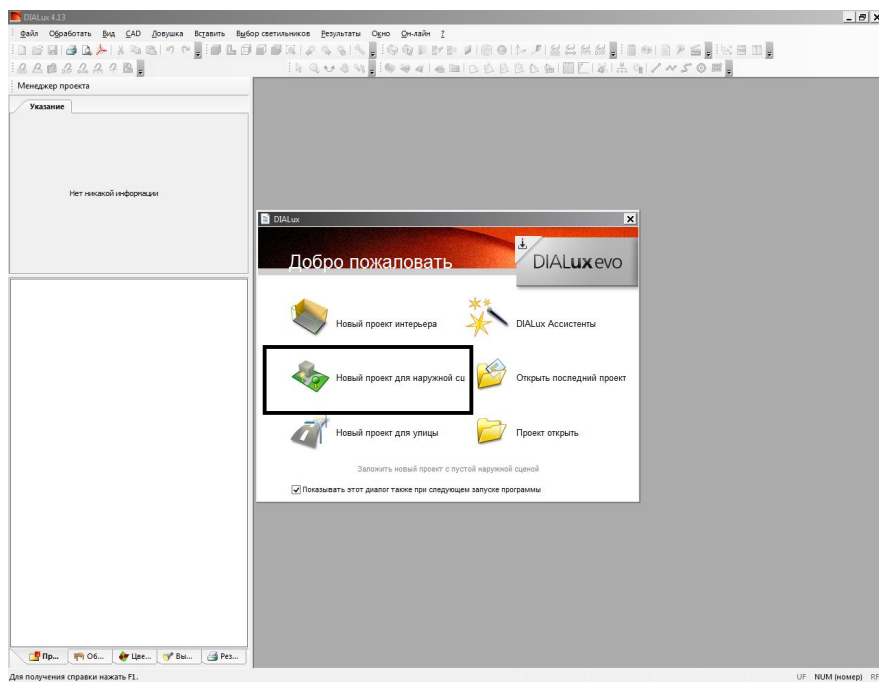


Рисунок А.2 – Выбор варианта расчета при запуске программы

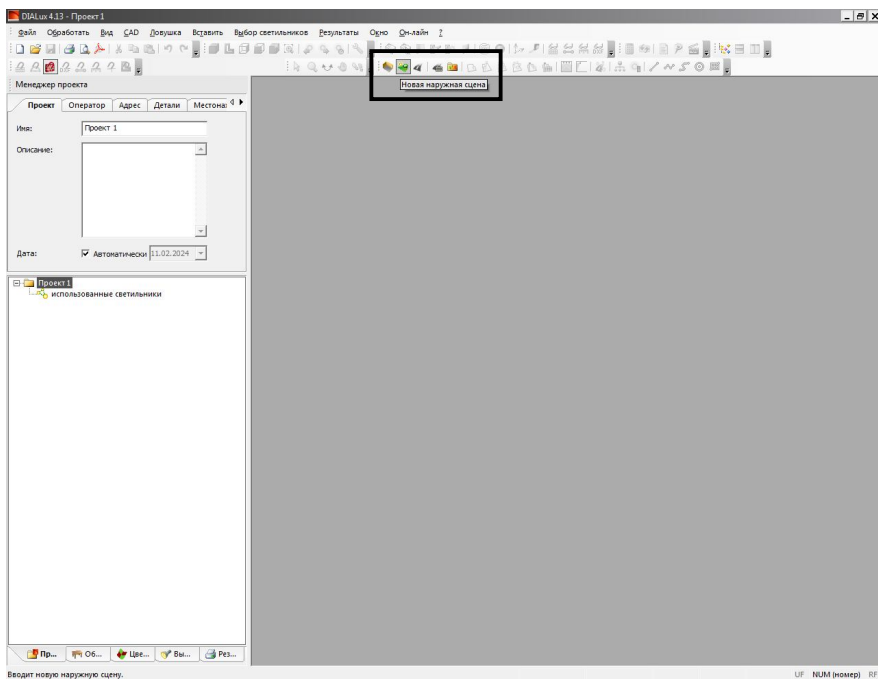


Рисунок А.3 – Кнопки выбора варианта расчета

По умолчанию элемент полов наружной сцены в программе составляет 50x50 м. Чтобы изменить размеры длины L и ширины (по высоте экрана) L_1 элемента полов нужно нажать на вкладку "Элемент полов 1" в дереве проекта, выбрать из кнопок управления "стрелку", подвести курсор к границе элемента полов (рекомендуется изменять правую и верхнюю границы). При нажатой левой клавише мыши можно переместить границу на нужное расстояние. Контроль расстояния проводится по верхней и боковой линейкам в рабочем поле. Размеры на линейках указаны в метрах, а шаг изменяется при изменении масштаба:

- путем вращения колеса мыши при нажатой кнопке управления "стрелка"

- при перемещении мыши с нажатой левой клавишей в рабочем поле при нажатой кнопке управления "лупа".

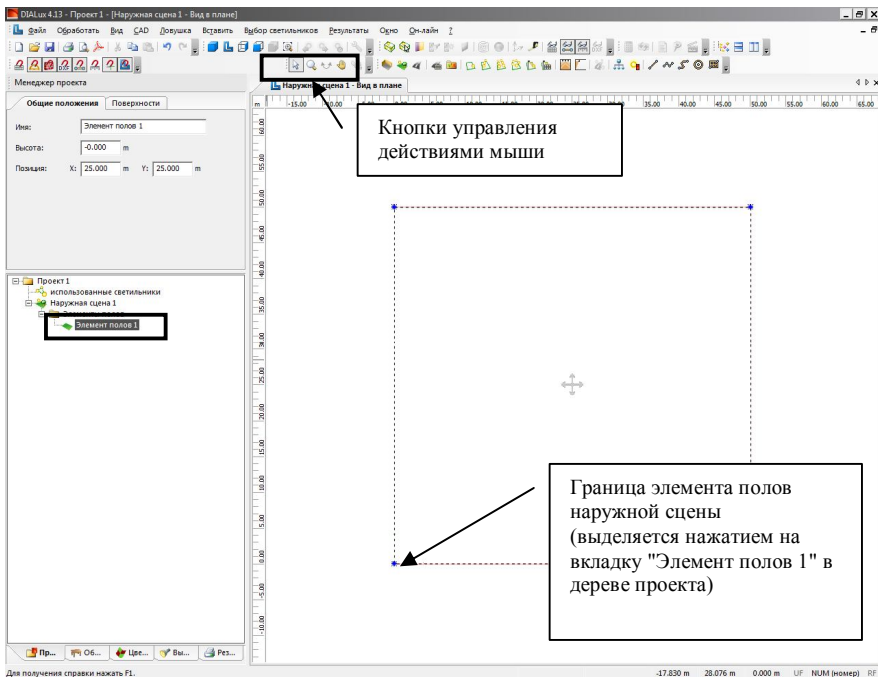


Рисунок А.3 – Изменение размеров элемента полов

Результаты изменения размеров элемента полов показаны на рисунке А.4 для варианта с расстоянием между двумя смежными жесткими поперечинами, на которых установлены осветительные приборы, L равным 100 м и расчетной шириной парка L_1 для пяти путей определенной по формуле А.1:

$$L_1 = 5,5 \cdot (5 + 1) - 3,1 = 29,9 \text{ м.}$$

Значения позиции центра элемента полов в левой части экрана над деревом проекта показывают, что размеры 100 м и 28,32 м установлены с небольшой погрешностью. Это допустимо, так как элемент полов в модели будет играть роль отражающей поверхности, а не расчетной. Для задания этой поверхности правильного коэффициента отражения 10 % (расчетный коэффициент отражения поверхности междупутя принимается равным 0,1 [ГОСТ 34935-2023, п. Б.6]) нужно переключиться на вкладку "Поверхности", выделить курсором "Поверхность 1" и в ячейке "Rho:" ввести значение 10 (рисунок А.5).

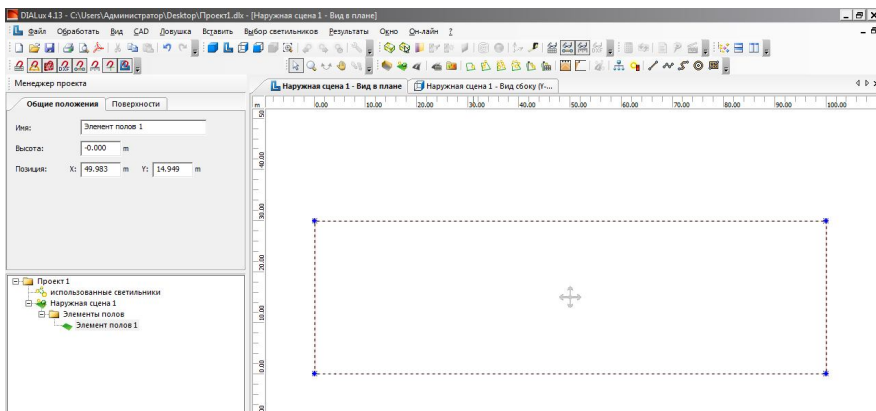


Рисунок А.4 – Результаты изменения размеров элемента полов

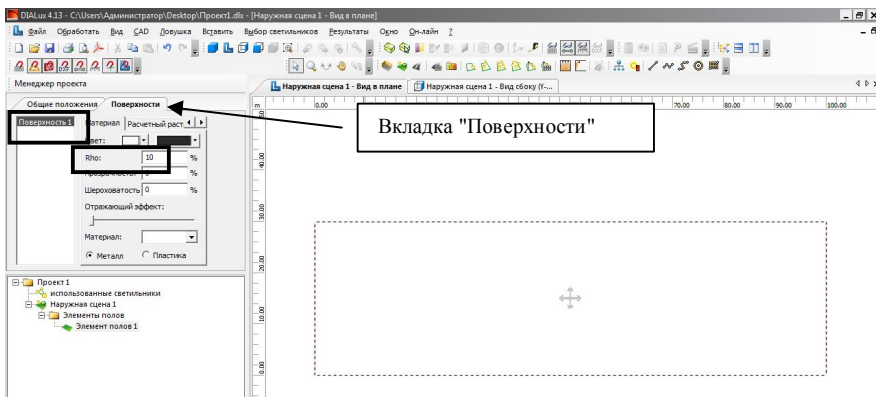


Рисунок А.5 – Изменение коэффициента отражения элемента пола (междупутей и путей)

А.3 Для модели с наличием на путях подвижного состава необходимо определить какие исходные данные будут значимо влиять на результат светотехнического расчета, а также какими данными можно пренебречь без внесения значимой погрешности в результат.

В п. 6.2.7 ГОСТ34935-2023 оговариваются наиболее важные условия, которые влияют на освещенность в междупутье, – занятость смежных путей крытым подвижным составом. Физический смысл этих условий заключается в устранении влияния на освещенность междупутья осветительных приборов, установленных над другими междупутьями, световой поток которых перекрывается наиболее высокими крытыми вагонами (рисунок А.6). Поэтому важной характеристикой в модели

подвижного состава будет высота и ширина, которые обуславливают пространственное расположение наиболее выступающей точки перекрывающей световой поток. Значение высоты и ширины крытого грузового вагона можно принять по наибольшим значениям в п. 9.3 СТБ БЧ 55.127-2019:

- ширина 3,1 м;
- высота 4,4 м (с некоторой погрешностью можно допустить отсчет высоты от уровня междупутья).

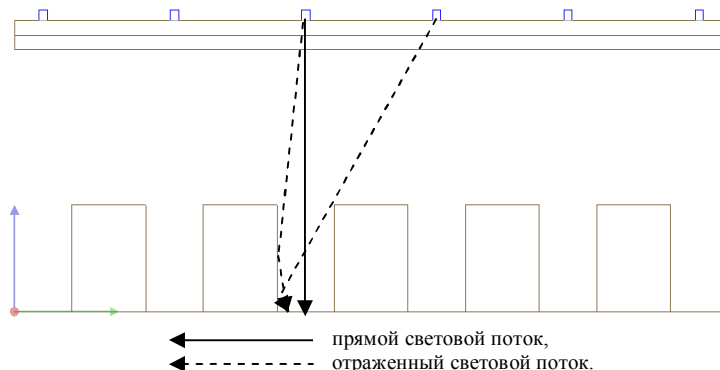


Рисунок А.6 – Вклад в освещенность междупутья прямого от осветительных приборов и отраженного световых потоков

На рисунке А.6 видно, что даже при наличии крытых вагонов на смежных путях часть светового потока от осветительных приборов, установленных над расчетным и другими междупутьями, может попадать в расчетное междупутье через отражение от стенок вагонов. Значение отраженного светового потока будет зависеть от следующих факторов: коэффициента отражения и индикатрисы отражения материала обшивки или защитного слоя обшивки кузова, загрязнения наружных поверхностей кузова, формы наружной обшивки.

Разнообразие крытых вагонов и их состояний в эксплуатации обуславливает невозможность сбора этих исходных данных с высокой достоверностью, следовательно в модель подвижного состава при расчете необходимо внести допущения:

- коэффициент отражения обшивки принимается равным от 20 до 30 % (ориентировочные цвета коричневый, зеленый, сигнально-серый);
- кузов вагона упрощается до параллелепипеда.

Разрывы между параллелепипедами вагонов в какой-то степени повышают освещенность вблизи них за счет отраженного света, но так как в междупутье нормируется и контролируется минимальная освещенность, то указанные выше разрывы не добавляют значимой точности в модель.

Поэтому весь поезд вагонов можно представить одним параллелепипедом длиной равной расстоянию L (размер "Элемент полов 1").

Для добавления вагонов в модель (рисунок А.7) необходимо переключиться на вкладку "Объекты" (слева внизу), выбрать объект "Квадрат" (левой клавишей мыши), ввести значения во вкладке "Геометрия" (слева сверху):

а) исходная позиция объекта (координаты центра тяжести);

$$X: = L / 2, \quad (\text{A.2})$$

$$Y: = m - B_{\text{ПС}} / 2, \quad (\text{A.3})$$

$$Z: = H_{\text{ПС}} / 2, \quad (\text{A.4})$$

б) размер (габариты поезда);

$$L: = L, \quad (\text{A.5})$$

$$B: = B_{\text{ПС}}, \quad (\text{A.6})$$

$$H: = H_{\text{ПС}}, \quad (\text{A.7})$$

где $H_{\text{ПС}}$ – расчетная высота крытого вагона, м.

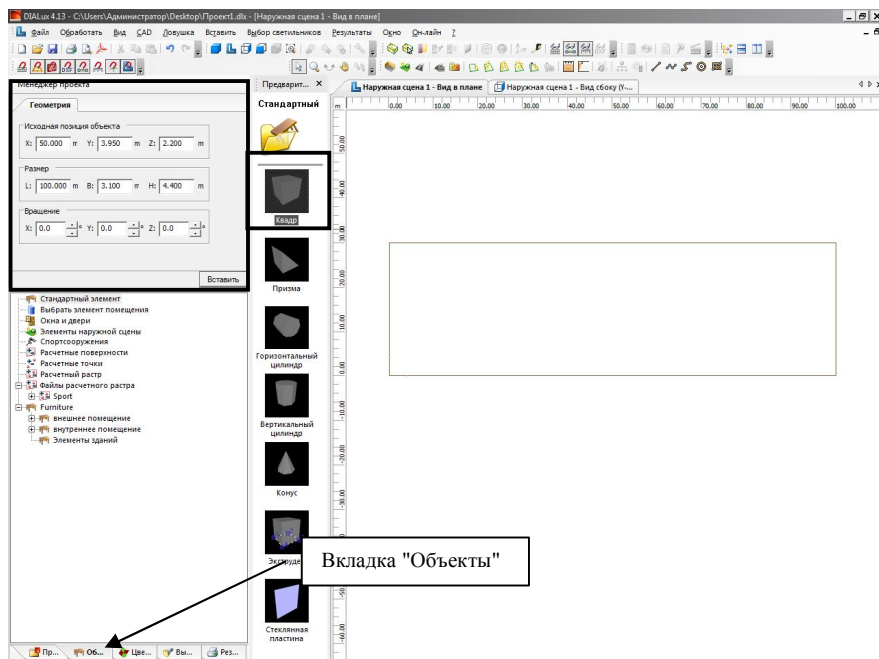


Рисунок А.7 – Добавление вагонов в модель

После нажатия кнопки "Вставить" во вкладке "Геометрия" вагоны будут добавлены в модель, а в дереве проекта (переключиться на вкладку "Проект" слева внизу) появится "Объекты" – "Квадрат" (рисунок А.8).

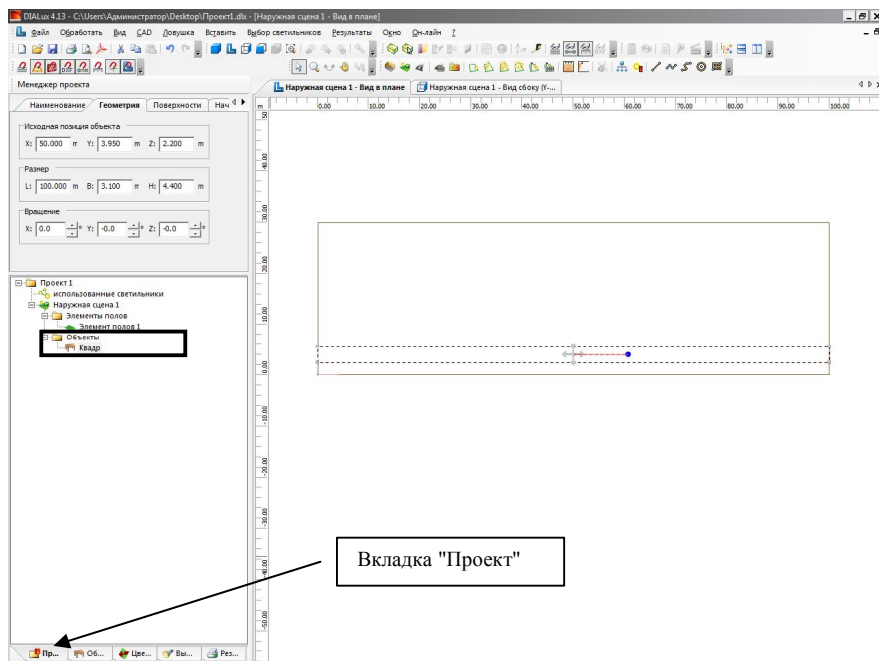


Рисунок А.8 – Результат добавления вагонов в модель

Изменить коэффициент отражения обшивки вагонов можно путем переключения на вкладку "Поверхности" (надпись "Квадрат" и прямоугольник вагонов в рабочем поле должны при этом действии быть выделены), выделении курсором при нажатой клавише "Shift" надписей "Поверхность1" – "Поверхность6", введении в ячейке "Rho:" нужного значения от 20 до 30 % (рисунок А.9). Также можно изменить цвет вагонов в выпадающем меню "Цвет:".

панели инструментов для визуального контроля правильности их расположения по координате Z (рисунок А.13).

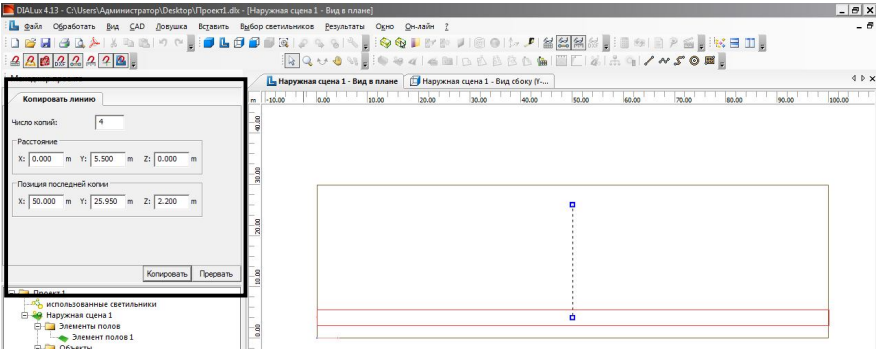


Рисунок А.11 – Параметры копирования объектов

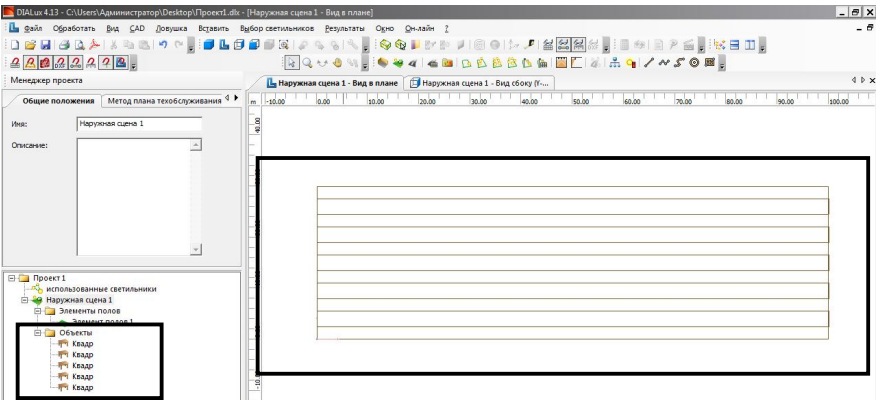


Рисунок А.12 – Результат копирования вагонов (вид в плане)

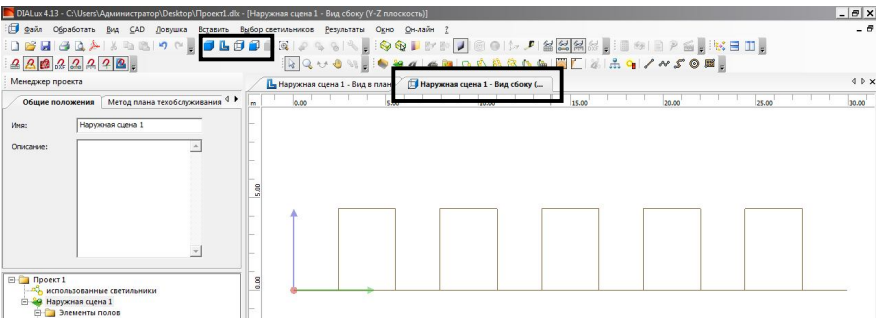


Рисунок А.13 – Результат копирования вагонов (вид сбоку)

А.4 Кроме подвижного состава в модель рекомендуется добавить ригеля жестких поперечин, которые своей конструкцией могут частично перекрывать световой поток направленный в зону под ригелем (рисунок А.14).



Рисунок А.14 – Установка осветительных приборов на ригелях жестких поперечин

Ригель, как и вагоны, упрощается до параллелепипеда со следующими параметрами (рисунок А.15 и А.16):

- высота 2,3 м (расчетные высоты ригеля 1,2 м и перильного ограждения 1,1 м);
- ширина 0,7 м;
- длина в зависимости от количества путей принимается по п. 5.1 ГОСТ 33797-2016 (в рассматриваемом примере при L_1 равном 29,9 м длина ригеля принимается 30,0 м);
- коэффициент пропускания света 0,7 (принимается по площади световых проемов в конструкции настила ригеля от общей площади настила);
- высота установки ригеля равно 12 м по высоте перил (координата центра тяжести 12 м минус половина высоты ригеля по оси Z).

После добавления ригеля в модель рекомендуется выделить его левой клавишей мыши, зайти в дерево проекта (вкладка "Проект" слева внизу) и в объектах переименовать выделенную надпись "Квадрат" на "Ригель" (при нажатии правой клавиши мыши на выделенной надписи выпадает меню с вкладкой "Переименовать").

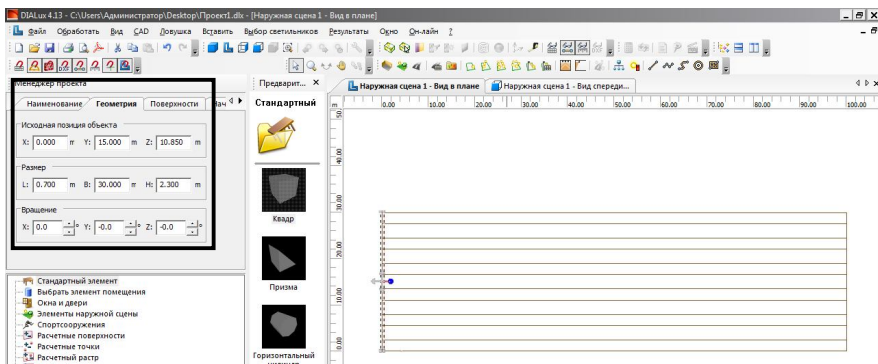


Рисунок А.15 – Добавление ригеля в модель

Для изменения коэффициента пропускания света ригеля переключиться на вкладку "Поверхности" при выделенном ригеле. Выделить курсором при нажатой клавише Shift все поверхности в окне "Поверхности1" – "Поверхность6". В ячейке "Прозрачность:" установить значение 70 % (рисунок А.16).

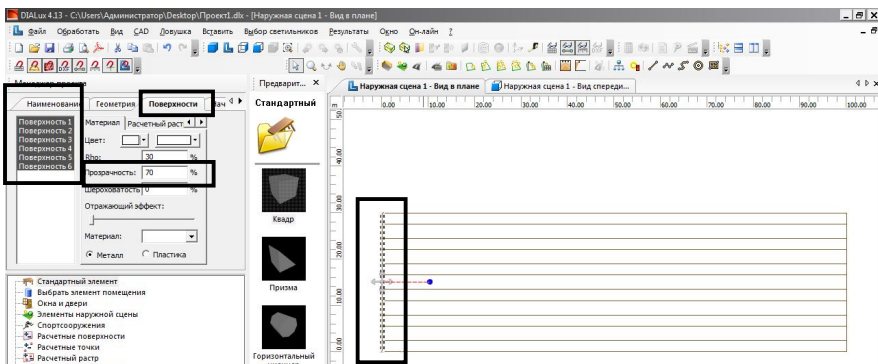


Рисунок А.16 – Изменение коэффициента пропускания света ригеля

Копирование ригеля вдоль оси X на расстояние L осуществляется аналогично описанному выше копированию вагонов. После копирования ригеля рекомендуется включить вкладку "Вид сбоку" для контроля совпадения верхней точки перил с высотой 12 м. При несовпадении необходимо выделить левой клавишей мыши ригель и во вкладке "Геометрия" (рисунок А.15) изменить значение исходной позиции объекта по оси Z.

А.5 При добавлении в модель осветительных приборов и проведении светотехнического расчета на этом этапе можно было бы посмотреть освещенность на "Элементе полов 1". Пример такого результата представлен на рисунке А.14. Результаты содержат обобщенные данные освещенности и по междупутьям и путям. Поэтому минимальная освещенность равна нулю (из-за особенностей обработки объектов в варианте расчета наружной сцены результат получается близкий к нулю), так как в расчет попадают поверхности под вагонами. Представление результата в таком виде не позволяет нам дать однозначный ответ о выполнении норм освещенности в междупутьях при занятых путях подвижным составом.

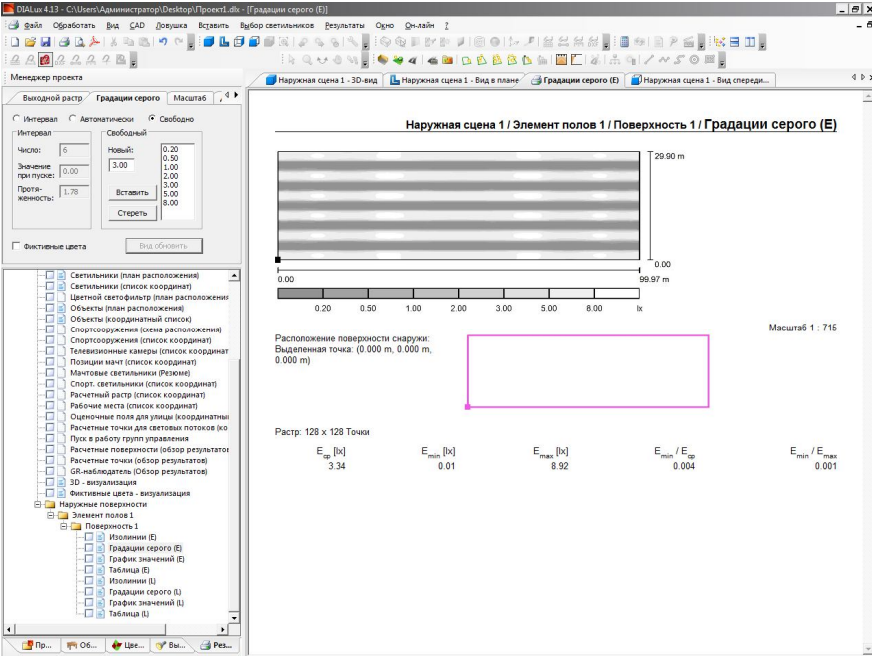


Рисунок А.14 – Пример результата для светотехнического расчета поверхности "Элемент полов 1"

А.6 Пример расчета на рисунке А.14 также не совпадает с требованиями по схеме расположения контрольных точек при измерениях освещенности при сдаче-приемке и эксплуатации осветительной установки. Необходимость использовать общие требования к схеме расположения контрольных точек при светотехническом расчете (в п. 6.1 ГОСТ 34935-2023 этот процесс определен как "контроль нормируемых параметров

освещения проводят расчетными методами на стадии проектирования осветительных установок") и последующих инструментальных измерениях обусловлена принципом сопоставимости результатов на разных стадиях контроля.

Основные требования к схеме расположения точек контроля освещенности участка железнодорожного парка в соответствии с п. 6.2 ГОСТ 34935-2023:

а) измерение освещенности проводят в контрольных точках, которые следует располагать в плоскости нормирования освещенности на уровне нормируемой поверхности;

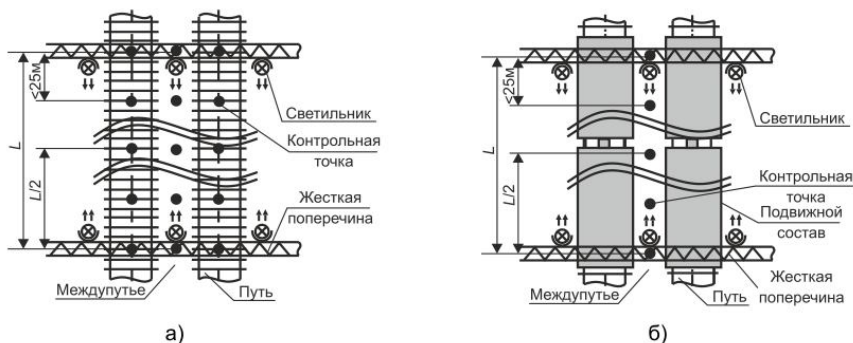
б) контрольные точки размещают по оси междупутий и путей;

в) размещение контрольных точек должно быть, по возможности, равномерным;

г) при освещении участка с жестких поперечин рекомендуется располагать контрольные точки в первую очередь под ригелями и посередине между ригелями с установленными светильниками, а остальные точки — с интервалом не более 25 м между ними;

д) также необходимо проводить измерения в наиболее темных и светлых местах освещаемой поверхности (при их наличии) между контрольными точками.

Пример из ГОСТ 34935-2023 расположения контрольных точек при измерении освещенности участка железнодорожного парка, освещаемого с жестких поперечин, приведен на рисунке А.15.



а) — при отсутствии подвижного состава;

б) — при наличии подвижного состава;

L — расстояние между жесткими поперечинами

Рисунок А.15 — Схема расположения контрольных точек измерения освещенности участка, освещаемого с жестких поперечин

Согласно пункту а) контрольные точки располагаются на расчетной высоте 0 м (на уровне поверхности междупутья или балластного слоя ГОСТ 34935-2023).

Согласно пунктам в) и г) количество контрольных точек должно быть нечетное, чтобы контрольная точка попадала посередине между ригелями. Количество контрольных точек между ригелями в расчете рекомендуется увеличить, так как точно не определен шаг точек при измерениях (не более 25 м) и есть требование по размещению потенциально возможных дополнительных точек по пункту д). Наиболее целесообразное в расчете количество контрольных точек

$$n_k = 2L, \text{ с округлением до ближайшего большего нечетного числа. (A.8)}$$

А.7 С учетом особенностей расположения контрольных точек в программе DIALux 4.13 (программа разработана Немецким институтом прикладной светотехники и имеет приоритет для контроля средней освещенности согласно требований Европейских стандартов) длина расчетных поверхностей междупутий и путей $L_{рп}$, м, при количестве контрольных точек n_k (формула А.8) определяется по формуле

$$L_{рп} = L + 0,5. \quad (A.9)$$

Добавление расчетных поверхностей междупутий и путей в модель через вкладку "Объекты" (слева внизу), выбрать вкладку "Расчетные поверхности" и элемент "Расчетные поверхности" (рисунок А.16), ввести значения во вкладке "Геометрия" (слева сверху):

а) исходная позиция объекта (координаты центра);

$$X: = L / 2, \quad (A.10)$$

$$Y: = (m - B_{пс}) / 2, \quad (A.11)$$

$$Z: = 0, \quad (A.12)$$

б) размер (габариты);

$$L: = L + 0,5, \quad (A.13)$$

$$B: = (m - B_{пс}). \quad (A.14)$$

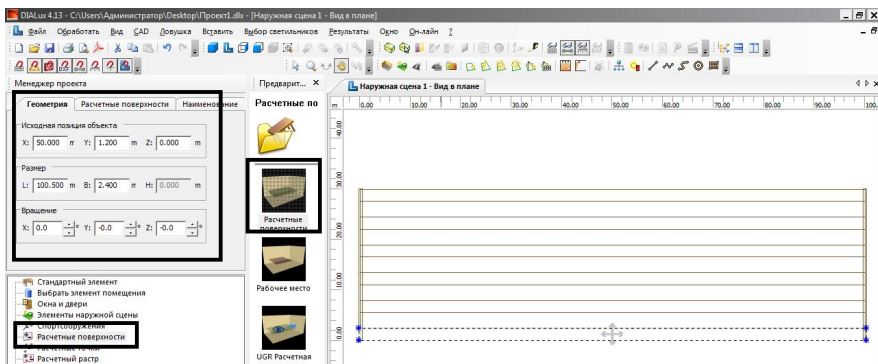


Рисунок А.16 – Добавление в модель расчетных поверхностей

В дереве проекта (вкладка "Проект") появится во вкладке "Расчетные поверхности" элемент "Расчетные поверхности 1" (рисунок А.17). Если выделить этот элемент, то во вкладке "Расчетные поверхности" (слева сверху) можно проверить какая освещенность будет рассчитываться на данной поверхности. Необходимо выбрать в выпадающем меню "Горизонтальные освещенности" ("Освещенность по вертикали" аналогична расчету горизонтальной освещенности).

Рекомендуется также переименовать элемент "Расчетные поверхности 1" во вкладке "Наименование" (рисунок А.17) или в выпадающем меню, которое появится при нажатии правой клавиши мыши при установке курсора на надписи "Расчетные поверхности 1". Переименование поверхностей упорядочивает модель и позволяет избежать ошибок на этапе анализа результатов.

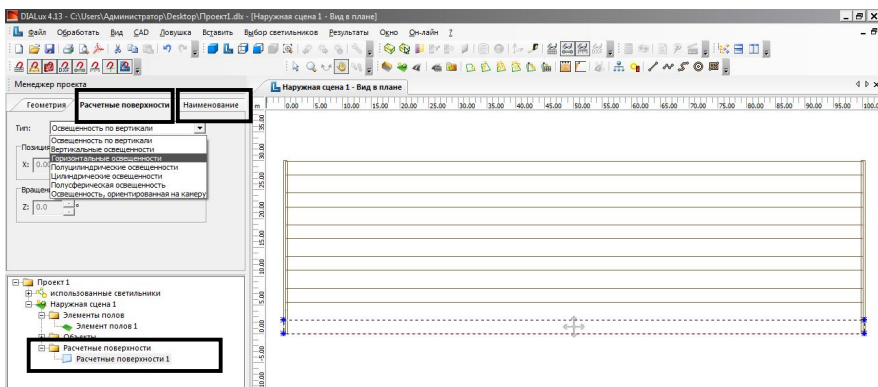


Рисунок А.17 – Настройка свойств расчетной поверхности

Рассматриваемая на рисунке А.17 расчетная поверхность находится с полевой стороны от крайнего пути железнодорожного парка. При работах в парке, например осмотре технического состояния вагонов, по этой поверхности, так же как и в междупутьях, осуществляется передвижение работников станции. Однако, если подходить формально, то в ГОСТ 34935-2023 нормы освещенности на этих поверхностях не устанавливаются и контрольные точки измерения освещенности на них при эксплуатации не предусматриваются (см. рисунок А.15). При работе инженер должен руководствоваться не только требованиями указанными в технических нормативных правовых актах, но и логическим мышлением, так как на все возможные ситуации освещения нормы сделать физически невозможно.

Рассматриваемую расчетную поверхность (см. рисунок А.17) рекомендуется обозначить "Проход с полевой стороны 1", а требования к её освещению принять аналогично как к междупутью.

Выделяем расчетную поверхность "Проход с полевой стороны 1" и копируем ее вдоль одной линии по оси Y с числом копий N (количество путей в парке) и шагом 5,5 м (рисунок А.18). Визуально расчетные поверхности должны располагаться в пространствах между вагонами и своими границами стыковаться с боковыми поверхностями вагонов. После копирования рекомендуется переименовать расчетные поверхности в "Междупутье 1", "Междупутье 2", ... "Междупутье C" (где C равно $N - 1$), "Проход с полевой стороны 2".

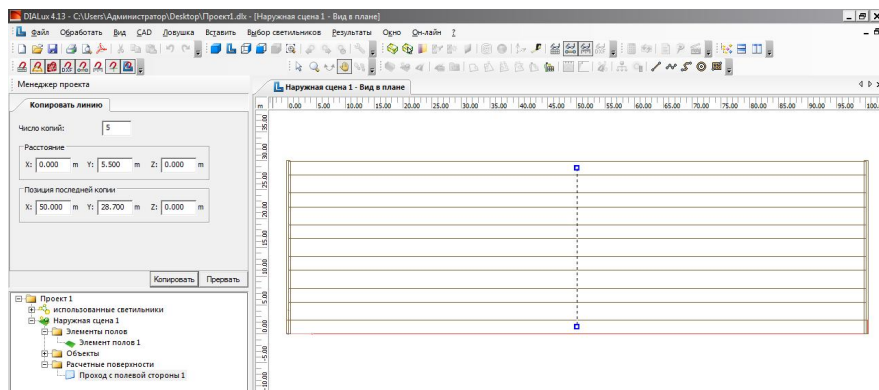


Рисунок А.18 – Копирование расчетных поверхностей междупутий

А.8 Освещенность нормируется в междупутьях и на путях. В последнем случае только при отсутствии подвижного состава, поэтому включать расчетные освещенности на путях в модель с подвижным составом нет необходимости. Однако, для уменьшения трудоемкости на переработку модели без подвижного состава, так как она будет делаться на базе модели

с подвижным составом, целесообразно расчетные поверхности для путей включить в разрабатываемую модель с подвижным составом.

Выделяем расчетную поверхность "Проход с полевой стороны 1" и делаем одну копию её вдоль оси Y на расстояние $1/2m$. Переименовываем поверхность на "Путь 1" и во вкладке "Геометрия" изменяем размер "В" на 1,52 м (рисунок А.19).

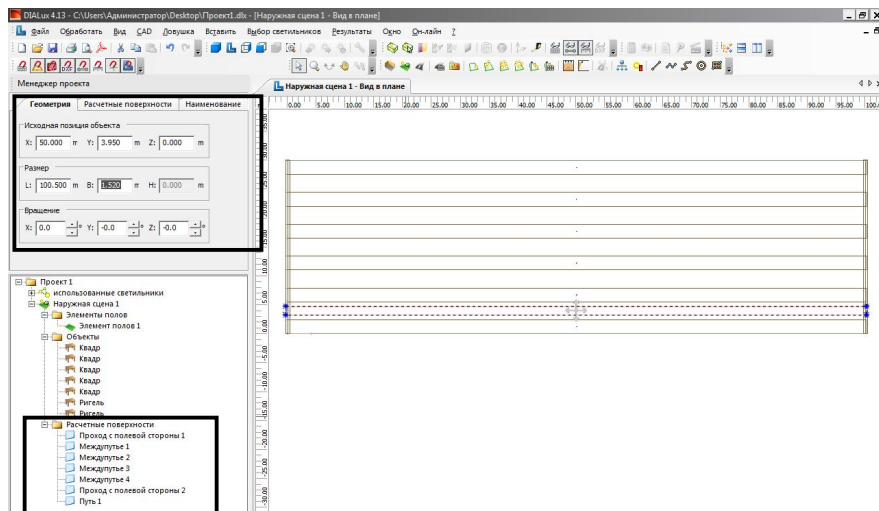


Рисунок А.19 – Добавление расчетной поверхности "Путь 1"

Расчетные поверхности остальных путей добавляем копированием поверхности "Путь 1" вдоль оси Y с шагом 5,5 м. Переименовываем расчетные поверхности путей с обозначением номера пути от 1 до N.

А.9 Для включения осветительных приборов в модель необходимо переключиться на вкладку "Выбор светильников" (слева внизу), установить курсор на вкладку "Файлы светильников" (рисунок А.20), нажать на правую клавишу мыши и далее на выпадающее меню "Добавить новую папку...". Появится панель "Обзор папок". Необходимо указать путь к папке, в которой находятся файлы фотометрии осветительных приборов заранее скопированные на диск компьютера. Скопировать файлы фотометрии с расширением *.ies или *.ldt можно с сайтов производителей осветительных приборов.

После выбора папки с файлами фотометрии их можно просмотреть при нажатии на крестик возле надписи "Файлы светильников". Выделить курсором нужную папку и нажать правую клавишу мыши, в выпадающем меню выбрать "Показать". Откроется папка с файлами осветительных

приборов (см. рисунок А.20). Выбрать нужный файл и нажать правую клавишу мыши, в выпадающем меню выбрать "Ввести в проект".

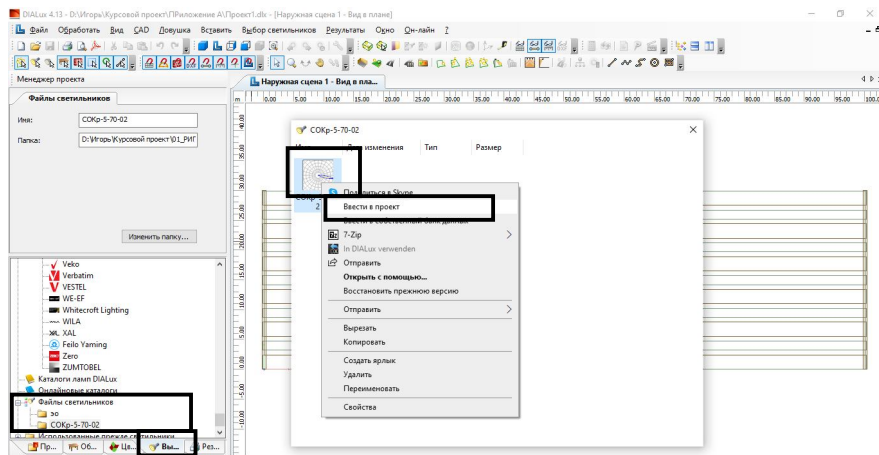


Рисунок А.20 – Добавление осветительных приборов в проект вариант 1

Второй вариант добавления файлов фотометрии осветительных приборов в проект DIALux заключается в открытии проводника или другой аналогичной программы, нахождении папки с файлами фотометрии (рисунок А.21). Выделении курсором нужного файла фотометрии и при удержании левой клавиши мыши переместить этот файл на надпись вкладки "использованные светильники" (надпись должна обязательно выделиться). При отпускании левой клавиши мыши появится панель с размерами добавленного осветительного прибора (рисунок А.22).

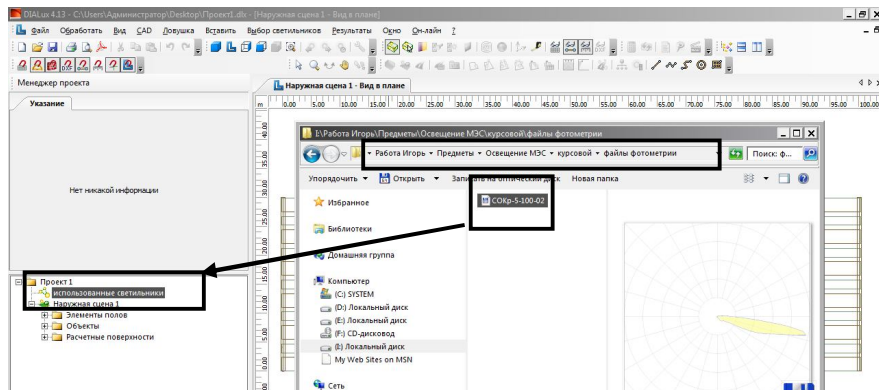


Рисунок А.21 – Добавление осветительных приборов в проект вариант 2

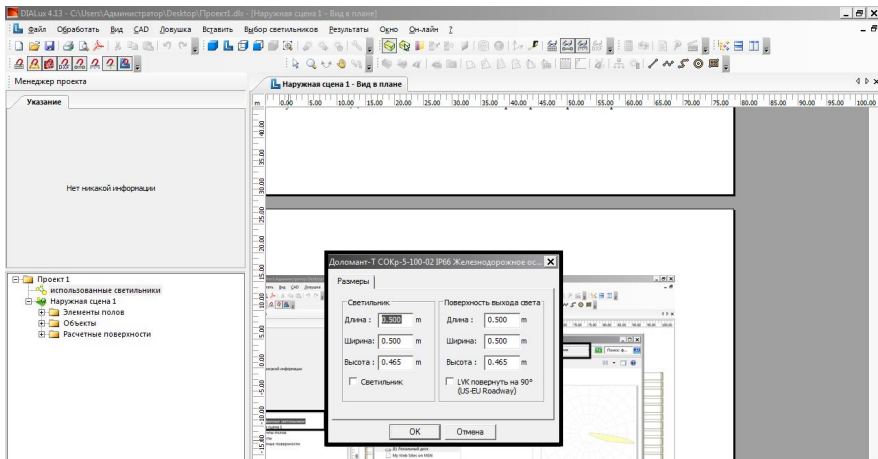


Рисунок А.22 – Панель размеров осветительного прибора

В модели осветительной установки железнодорожного парка расстояние от ригеля с осветительными приборами до наиболее удаленной освещаемой точки на расчетной поверхности в междупутье превышает $1/2L$ (более 25 м), что в 35 раз больше диагонали осветительного прибора. Для эффективного использования светового потока осветительного прибора фотометрическое тело сконцентрировано в малом телесном угле (см. рисунок А.21). Такой осветительный прибор относится к прожекторам и дополнительная погрешность результатов расчета от его размеров незначительна, поэтому в панели "Размеры" (см. рисунок А.22) можно не корректировать размеры "Поверхности выхода света".

А.10 Добавленные в проект осветительные приборы отображаются при выделении курсором крестика возле надписи "использованные светильники".

Посмотреть кривую сил света конкретного осветительного прибора можно при переключении на вкладку "Результаты" (слева внизу), выделении курсором крестика возле надписи с названием нужного светильника (см. рисунок А.23), аналогичным действием открытия папки следующей за надписью "Паспорт светильника" и выделении курсором страницы отчета "LVK (поляри.)".

Для добавления в модель осветительной установки на первом этапе выбираем прожектор, который имеет максимальную силу света близкую к рассчитанной в предварительном обосновании необходимой кривой сил света по критериям нормативной освещенности по всей длине междупутья и допустимого показателя ослепленности (раздел 2 курсового проекта).

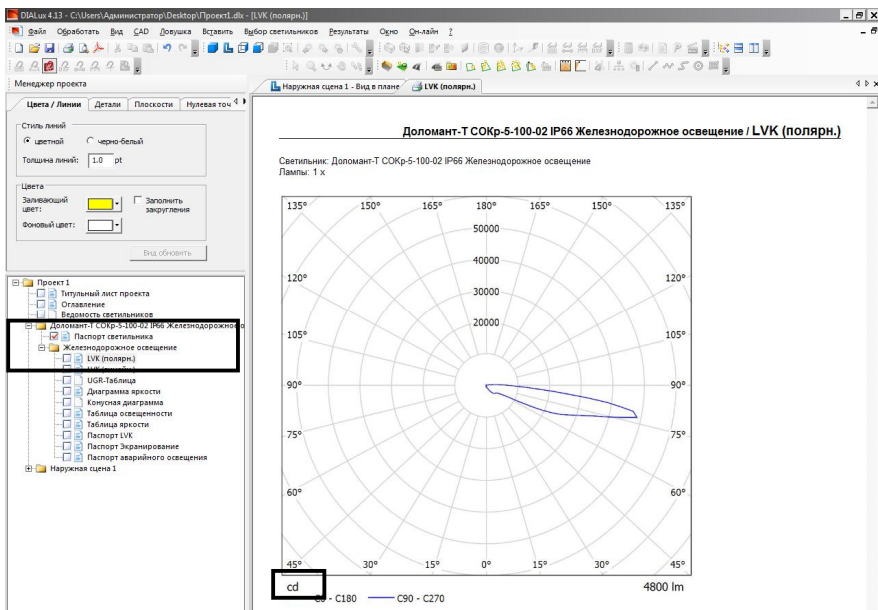
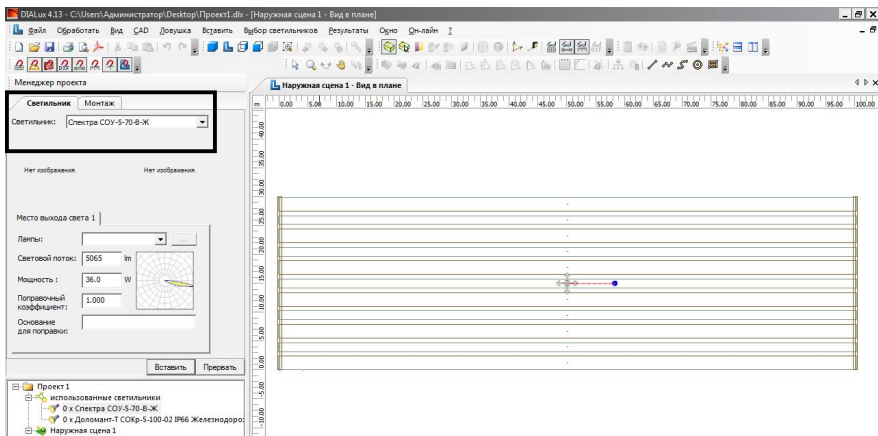
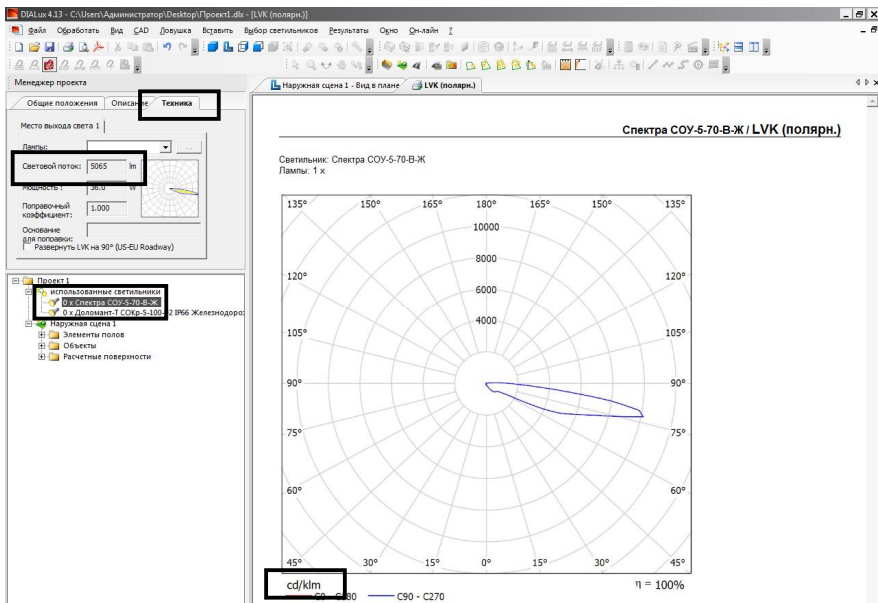


Рисунок А.23 – Просмотр кривой сил света осветительного прибора

Кривая сил света в DIALux может быть представлена в размерности канделы (рисунок А.23) и размерности канделы/килолюмены (рисунок А.24). В последнем случае необходимо рассчитать максимальную силу света путем умножения значения с кривой сил света в кд/кЛм на значение светового потока деленного на 1000 из вкладки "Техника" (рисунок А.24).

А.11 Добавить прожекторы в модель можно несколькими вариантами из панели инструментов (рисунок А.25). Так как в последующем отдельные прожекторы в модели будут включены на разные режимы 100 % или 50 % светового потока, или отключены (0 % светового потока), то целесообразно добавить их вариантом "Отдельный светильник".

Если во вкладке "использованные светильники" имеется несколько осветительных приборов (см. рисунок А.26), то по умолчанию в модель будет добавлен самый верхний из них. Выбрать нужный осветительный прибор можно в выпадающем меню "Светильник:" (слева вверх).



Для установки добавляемого прожектора в нужную точку расчетной модели необходимо в процессе его добавления переключиться на вкладку "Монтаж" (рисунок А.27). Первый прожектор устанавливается по оси расчетной поверхности "Проход с полевой стороны 1" с выносом на 1 м от оси ригеля (ориентировочный выступ бруса). Координата установки прожектора (центра массы упрощенной фигуры прожектора) по оси Z превышает самую высокую точку ригеля (12 м) на высоту прожектора.

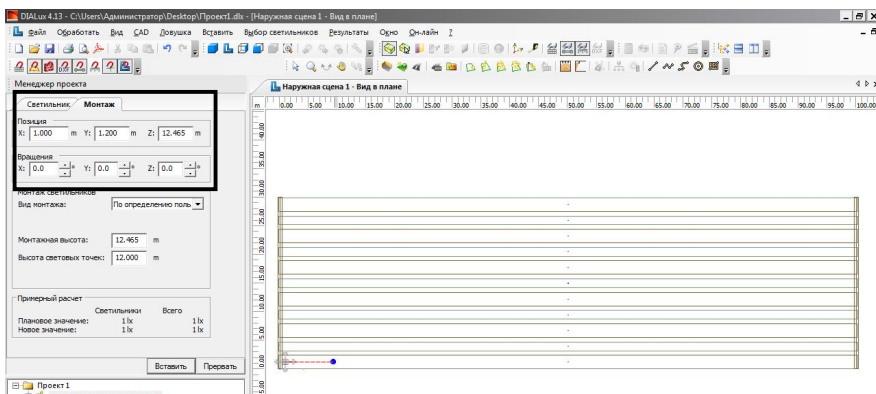


Рисунок А.27 – Установка осветительного прибора в нужную точку модели

При нажатии кнопки вставить прожектор добавится в модель, в в дереве проекта появится вкладка "Светильники" с вложением "Одиночная структура" (Рисунок А.28).

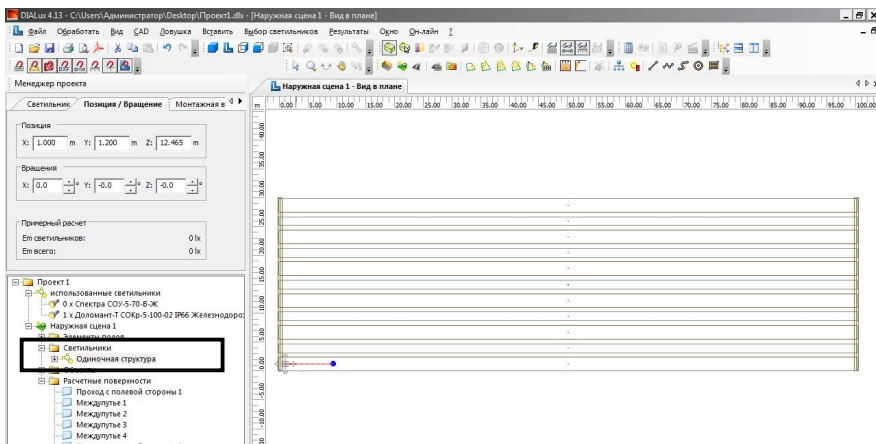


Рисунок А.28 – Отображение осветительного прибора добавленного в модель

После добавления осветительного прибора в модель необходимо проверить правильность направления его излучения. Для этого на панели инструментов нажать на кнопку "3D-представление распределения света" (рисунок А.29).

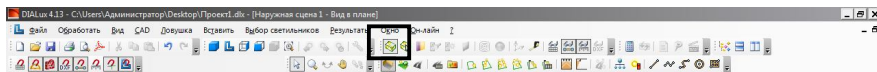


Рисунок А.29 – Включение "3D-представление распределения света" осветительных приборов

Увеличить область с прожектором, по желтым кривым сил света определить направление излучения светового потока. Если направление не совпадает с требуемым, то выделить курсором вложение "Одиночная структура" в дереве проекта, переключиться на вкладку "Позиция/Вращение" (слева вверху) и изменить угол вращения по нужной оси (рисунок А.29).

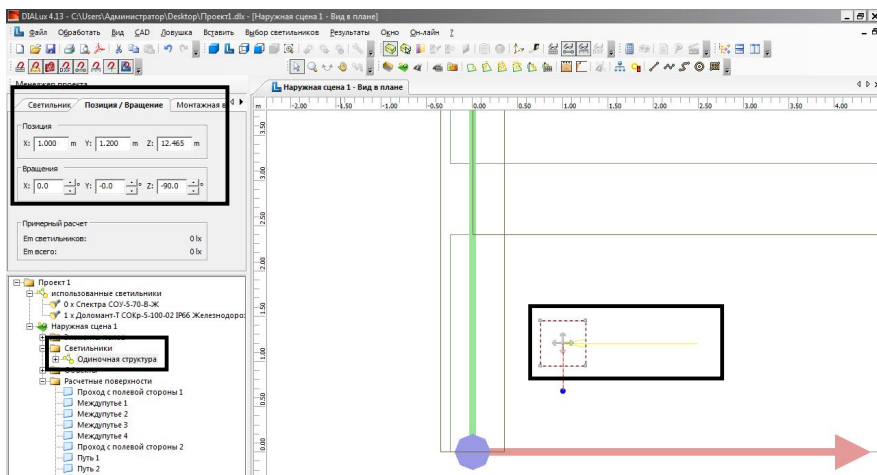


Рисунок А.29 – Изменение угла установки осветительного прибора

Выделить прожектор и сделать одну копию вдоль одной линии по оси X на минус 2 м. Повернуть добавленный слева от ригеля прожектор на 180 градусов относительно оси Z (рисунок А.30).

При нажатой клавише Shift выделить два добавленных прожектора и сделать одну копию вдоль одной линии по оси X на расстояние L. Визуально проверить правильность расположения прожекторов относительно второго ригеля. При необходимости исправить координаты ригеля или прожекторов.

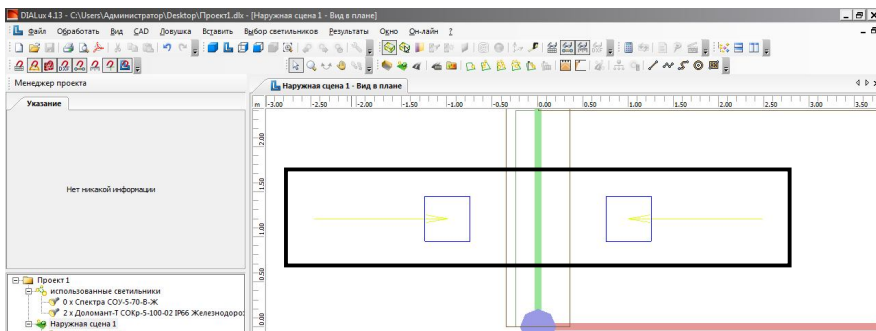


Рисунок А.30 – Схема установки прожекторов на ригеле

При нажатой клавише Shift выделить все четыре прожектора, нажать правую клавишу мыши и в выпадающем меню выбрать вкладку "Добавить к группе светильников" – "Новая группа светильников" (рисунок А.31). В дереве проекта четыре вложения "Одиночная структура" будут перенесены в папку "Группа светильников 1".

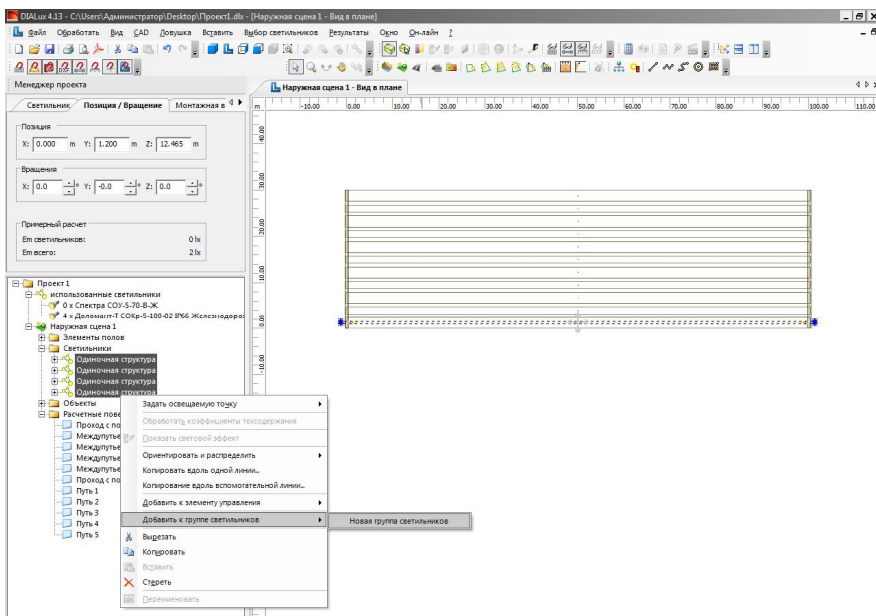


Рисунок А.31 – Схема установки прожекторов на ригеле

Открыть папку "Группа светильников 1", выделить все четыре прожектора и сделать одну копию их вдоль одной линии по оси Y на

расстояние m (рисунок А.32). Выделить вновь добавленные четыре прожектора и аналогично "Добавить к группе светильников" – "Новая группа светильников" с образованием "Группа светильников 2".

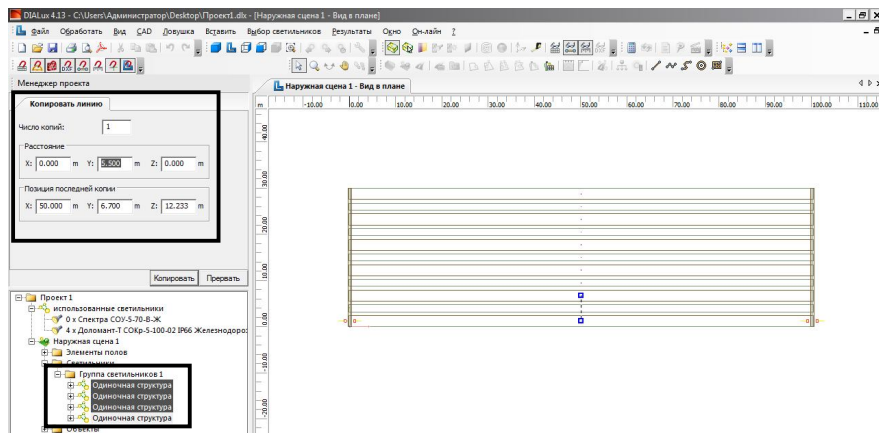


Рисунок А.31 – Копирование прожекторов на первое междупутье

Открыть папку "Группа светильников 2", выделить все четыре прожектора и сделать $N-1$ копию их вдоль одной линии по оси Y на расстояние m . Визуально контролировать при копировании, чтобы последние светильники попали на ось расчетной поверхности "Проход с полевой стороны 2". Выделить все вновь добавленные прожекторы и аналогично "Добавить к группе светильников" – "Новая группа светильников" с образованием "Группа светильников 3".

А.12 Нормы освещенности территорий железнодорожных парков – это минимальные значения освещенности на контролируемых поверхностях, которые должны соблюдаться в пространстве и во времени, т.е. на протяжении всего срока эксплуатации осветительных приборов. Поэтому при проектировании осветительной установки искусственного освещения для компенсации спада освещенности в процессе эксплуатации следует вводить коэффициент эксплуатации MF . В соответствии с требованиями п. 5.1 ГОСТ 34935-2023 коэффициент MF для сортировочных и грузовых станций при применении светодиодных осветительных приборов равен 0,7 (0,67 умноженное на коэффициент 1,05).

Для введения требуемого коэффициента эксплуатации в модель необходимо выделить в дереве проекта вкладку "Наружная сцена1". Рекомендуется при этой операции изменить название модели осветительной установки заменив "Наружная сцена1" на "Модель1" во

вкладке "Общие положения" (слева сверху) или вызвав правой клавишей мыши выпадающее меню.

Переключиться на вкладку Метод плана техобслуживания" и в поле "Кэфф. уменьшения" вводим значение коэффициента эксплуатации равное 0,7 (рисунок А.32).

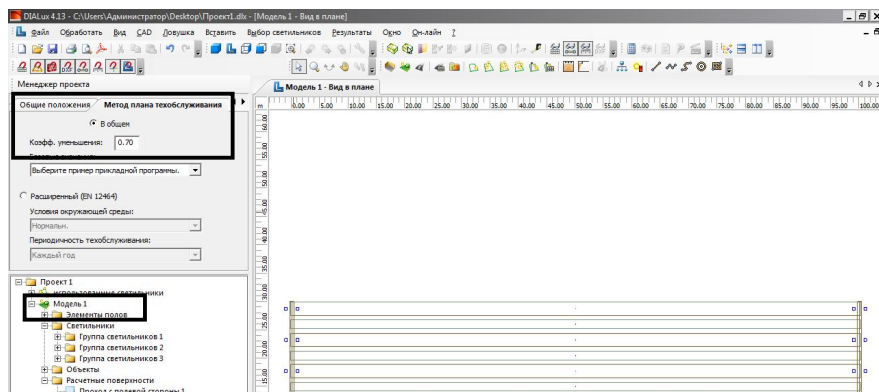


Рисунок А.32 – Ввод коэффициента эксплуатации

А.13 В соответствии с п. 4.12.2 ГОСТ 34935-2023 "в парках станций может быть применено управление освещением, осуществляющее включение светильников в отдельных междупутьях на участках, где находится подвижной состав и (или) ведутся работы, а также отключение или снижение светового потока осветительных приборов там, где отсутствует подвижной состав и (или) работы не проводят". Тип системы управления осветительной установкой – отключение или снижение светового потока осветительных приборов, определен в задании на курсовой проект.

Допустимый уровень снижения светового потока осветительных приборов, определяется по норме освещенности для дежурного освещения, которая составляет не менее 50 % от нормы при рабочем освещении, но не менее 1 лк (п. 4.14 СТП БЧ 55.127-2019, п. 5.20 ГОСТ 34935-2023). В светотехническом расчете рекомендуется принять допущение по принципу суперпозиции, что освещенность и световой поток светодиодных осветительных приборов изменяются пропорционально. Следовательно, при снижении светового потока в дежурном освещении осветительные приборы будут включены на 50 % установленной мощности, значение которой принимается по данным файла фотометрии (вкладка "Техника" при выделенной позиции во вкладке "использованные светильники").

Наихудший вариант с точки зрения соблюдения норм освещенности в междупутье при наличии подвижного состава на путях – это включение

осветительных приборов контролируемого междупутья на номинальный световой поток, а остальных междупутий и проходов в режиме дежурного освещения или полного их выключения в зависимости от применяемой системы управления (таблице А.2).

Таблица А.2 - Включение прожекторов для модели с подвижным составом

Прожекторы над расчетной поверхностью	Процент светового потока от номинального, %, при системе управления	
	с отключением прожекторов	с регулированием светового потока прожекторов
Проход с полевой стороны 1	0	50
Междупутье 1	100	100
Междупутье 2, 3, ...	0	50
Проход с полевой стороны 2	0	50

Для моделирования описанного выше варианта необходимо добавить прожекторы в пределах сформированных групп к соответствующим элементам управления (рисунок А.33). Каждая группа прожекторов первоначально добавляется к новому элементу управления. Необходимо помнить что замена модели осветительных приборов во вложениях "Одиночная структура" на другую приводит к исключению их из элемента управления. Нужно повторно выделить и добавить прожекторы из группы к элементу управления, но уже с соблюдением номера между группой и элементом управления.

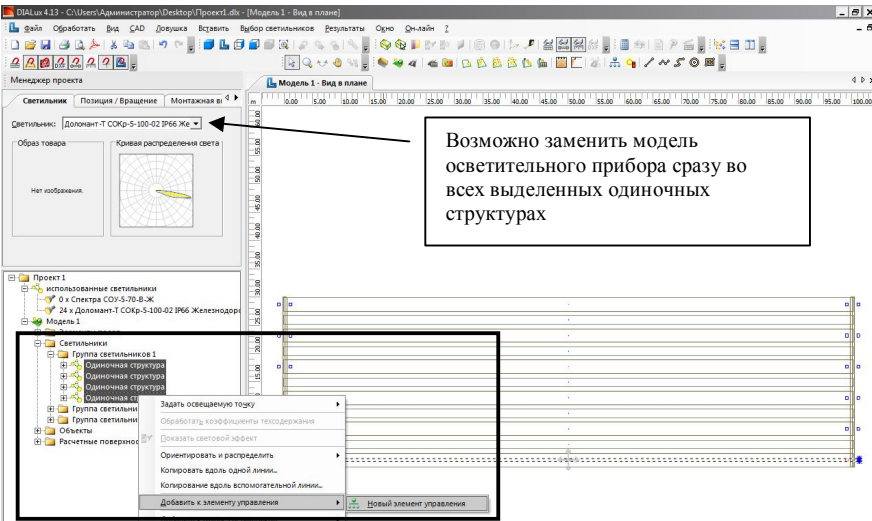


Рисунок А.33 – Создание элементов управления осветительными приборами

В результате проведенных операций получится три элемента управления прожекторами, которые находятся в дереве проекта вкладка "Элементы управления". При выделении отдельного элемента управления можно визуально видеть какие прожекторы в него включены, на видах в основном поле модели их границы изменяются с синих на серые.

А.14 Управление элементами управления осуществляется при добавлении их к сцене освещения. Для этого в дереве проекта нужно выделить все элементы управления нажать правую клавишу мыши и выбрать "Добавить к сцене освещения" – "Новая сцена освещения".

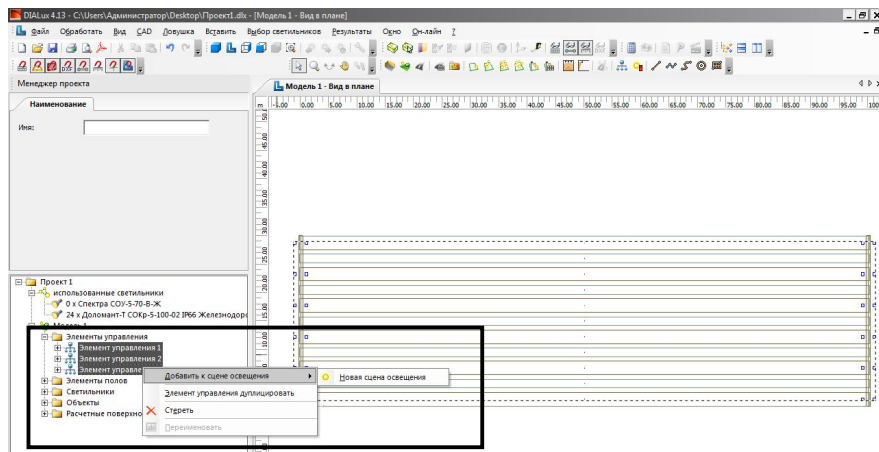


Рисунок А.33 – Создание сцены освещения

Для настройки включения прожекторов согласно таблице А.2 выделить в дереве проекта "Сцену освещения 1" (рисунок А.34), перейти на вкладку "Значения затемнения" (слева вверху). Для перехода на вкладку понадобится нажать на кнопку с треугольником вправо. Если этих треугольников не видно, то нужно подвести курсор к границе между деревом проекта и основным полем с видом модели и сдвинуть эту границу при нажатой левой клавише мыши.

А.15 Светотехнический расчет запускается кнопкой с калькулятором на панели инструментов или через вкладку "Результаты" – "Запустить расчет..." (рисунок А.35).

При настройках расчета можно поставить галочку в поле "Учитывать светильники...". При окончательном расчете после выбора необходимых прожекторов для соблюдения норм освещенности и её равномерности рекомендуется провести расчет "Повышенной точности" переместив галочку напротив аналогичной надписи.

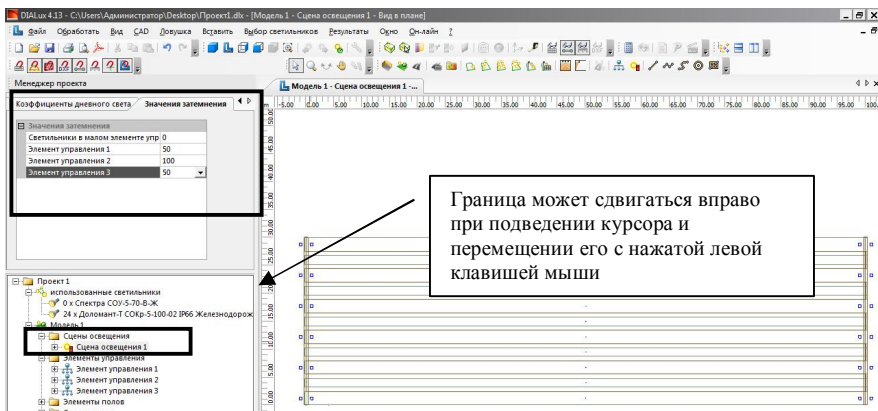


Рисунок А.34 – Настройка сцены освещения

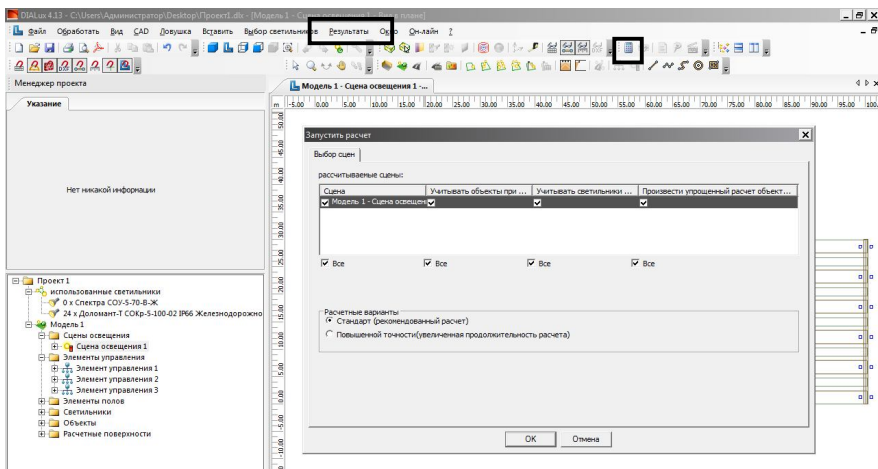


Рисунок А.35 – Запуск светотехнического расчета

А.16 После окончания расчета в основное окно модели автоматически переключится на вкладку 3D-вид.

Переключение курсора мыши с кнопки управления "Выбрать объекты" (стрелка) на кнопку "Поворачивать вид" позволяет повернуть модель так, чтобы видеть сверху по длине все междупутья (рисунок А.36).

Включение кнопки "Отображение фиктивных цветов" на панели инструментов позволяет визуально оценить уровни освещенности поверхностей (рисунок А.37). Рекомендуется ввести в поля напротив цветов значения освещенности с рисунка А.37 и нажать кнопку "Перенять".

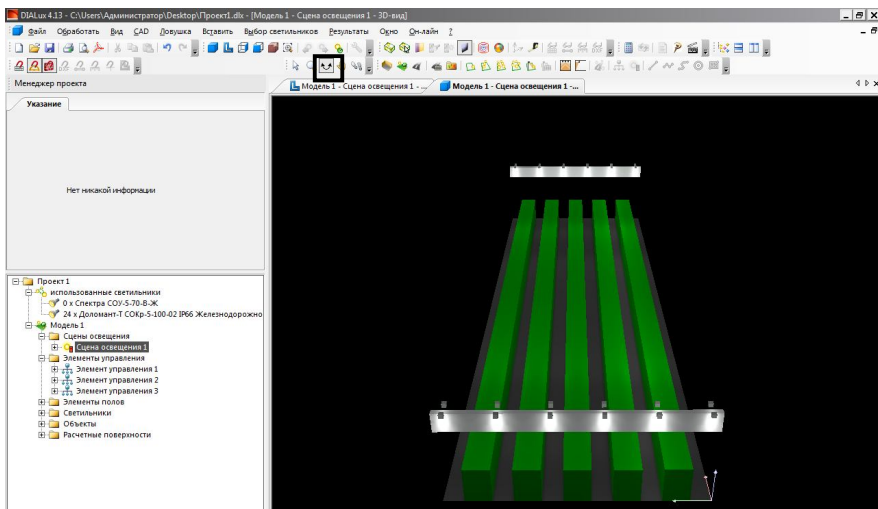


Рисунок А.36 – 3D вид модели

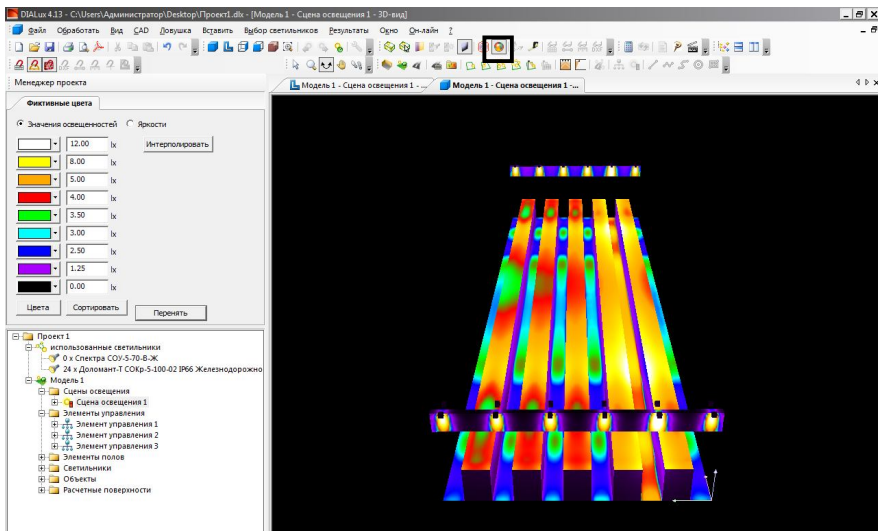


Рисунок А.37 – 3D вид модели в фиктивных цветах

А.17 Количественные результаты расчета освещенности представлены во вкладке "Результаты" (слева внизу). Нужно последовательно открыть папки "Модель 1" – "Сцены освещения" – "Сцена освещения 1" – "Наружные поверхности" – "Проход с полевой стороны 1" (рисунок А.38), выбрать двойным щелчком левой клавиши мыши страницу отчета

"Изолинии(Е)" (галочку ставить не нужно!), переключиться на вкладку "Выходной растр" (слева вверху) и установить значения в полях "Точки" $n_k \times 1$ (см. формулу А.8).

При введении значений контрольных точек появится предупреждение "Чтобы обеспечить достаточную точность расчетов расчетный растр должен иметь минимум ... Вы все-таки хотите принять значения?" нажать "Да". Как отмечалось выше программа DIALux использует метод расстановки контрольных точек для расчета средней освещенности на поверхности, что не совпадает со схемой расстановки контрольных точек для определения минимальной освещенности по ГОСТ 34935-2023 (см. рисунок А.15). По этой причине появляется предупреждение.

Поставить галочку напротив строки "Растр вывода", чтобы результаты были сформированы по введенной схеме контрольных точек (рисунок А.38).

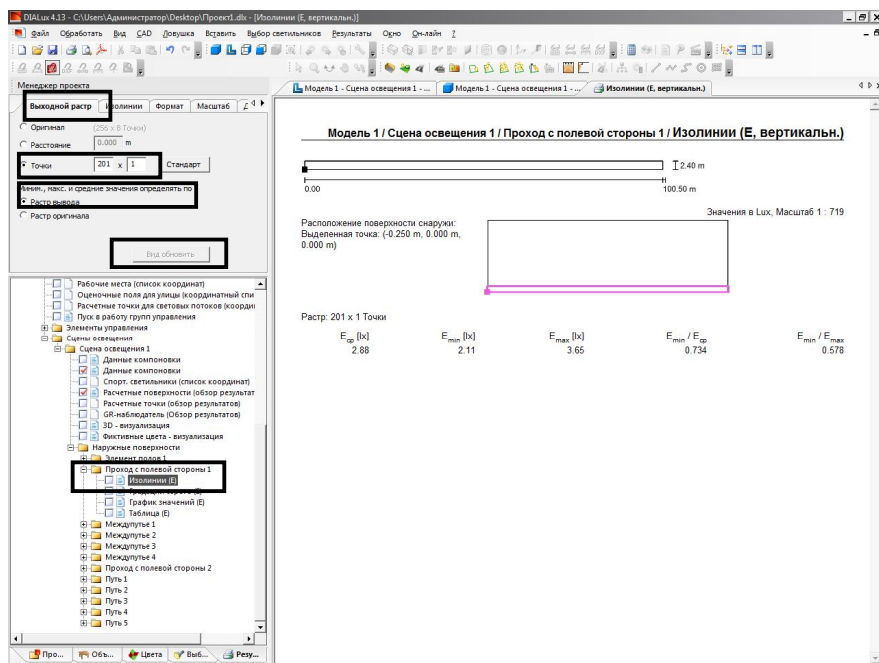


Рисунок А.38 – Настройка схемы размещения контрольных точек

Аналогичные операции по изменению числа контрольных точек повторить для всех остальных расчетных поверхностей (Междупутье 1, Междупутье 2, ..., Путь 1 и т.д.). Визуально просмотреть, чтобы случайно не были поставлены галочки на страницах внутри папок с названием

расчетных поверхностей. Сгруппировать папку "Наружные поверхности" нажатием левой клавиши мыши на минусе перед ее названием. Двойным щелчком левой клавиши мыши переключиться на страницу "Расчетные поверхности (обзор результатов)" в папке "Сцена освещения 1" (рисунок А.39).

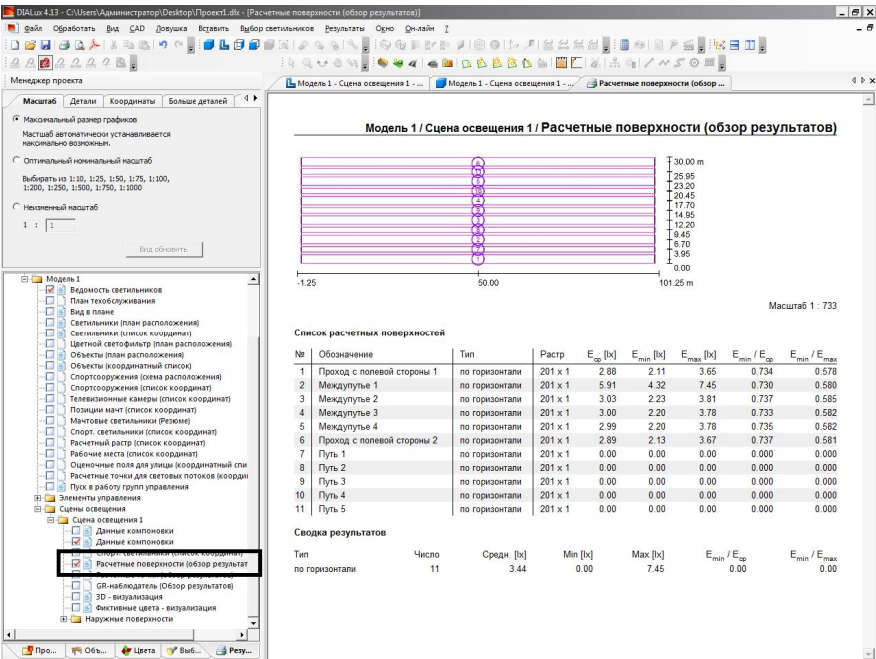


Рисунок А.38 – Настройка схемы размещения контрольных точек

Проверить количество расчетных точек по поверхностям (столбец "Растр") и провести анализ выполнения норм освещенности (столбец E_{min} [lx] и её равномерности (столбец E_{min} / E_{max}).

Норма освещенности для рабочего освещения в модели с подвижным составом должна выполняться только на расчетной поверхности "Междупутье 1". Для остальных междупутей и проходов с полевой стороны должна выполняться норма освещенности для дежурного освещения при системе управления с регулированием светового потока прожекторов.

Равномерность освещенности должна соответствовать требованиям п. 5.18 ГОСТ 34935-2023 при рабочем освещении, т.е. для расчетной поверхности "Междупутье 1".

Пути в модели заняты подвижным составом, поэтому на них расчетная освещенность ноль.

К неудовлетворительным результатам светотехнического расчета модели 1 следует отнести:

а) минимальное значение освещенности округленное до двух значащих цифр ниже нормы (для проверки условия результаты расчета нужно привести в соответствие с допустимыми погрешностями по п. 6.2.2 ГОСТ 34925-2023 последующего инструментального контроля);

б) минимальное значение освещенности округленное до двух значащих цифр значительно, более чем на 20 %, выше нормы (такой результат не отвечает требованиям энергоэффективности);

в) равномерность распределения освещенности по расчетной поверхности "Междупутье 1" не соответствует требованию п. 5.18 ГОСТ 34935-2023.

А.18 В случае неудовлетворительных результатов необходимо заменить прожекторы в модели осветительной установки.

Операции по включению новых осветительных приборов в модель описаны в п. А.9.

Для замены существующих прожекторов в модели на новые необходимо в дереве проекта раскрыть все папки групп светильников и при нажатой клавише "Ctrl" выделить все одиночные структуры (рисунок А.39), перейти на вкладку "Светильник" и в выпадающем меню выбрать новую модель прожектора.

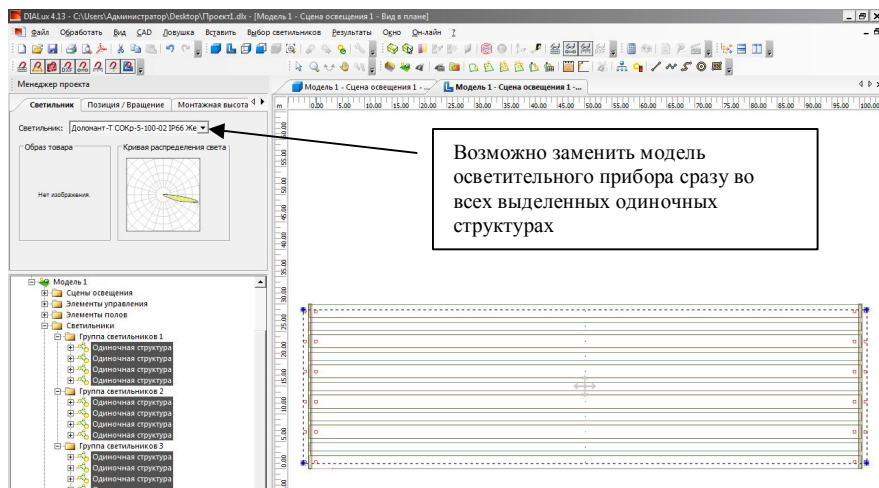


Рисунок А.39 – Замена модели осветительного прибора

Замена модели осветительных приборов во вложениях "Одинокная структура" на другую приводит к исключению их из элемента управления. Нужно повторно выделить и добавить прожекторы из группы к элементу управления по описанию операций в п. А.13. Важно при этой операции соблюдать номера между группой и элементом управления.

Повторно провести расчеты по описанию операций в п. А.15 и анализ результатов по п. А.17.

А.19 После получения удовлетворительных результатов расчетов модели 1 с подвижным составом необходимо проверить соблюдение норм в модели без подвижного состава.

В дереве проекта выделить вкладку "Модель 1", нажать правую клавишу мыши и в выпадающем меню выбрать вкладку "Наружную сцену дублировать" (рисунок А.40). Появится новая вкладка "Копии к Модель 1". Выделить и переименовать ее в "Модель 2". Эта модель полностью идентична модели 1.

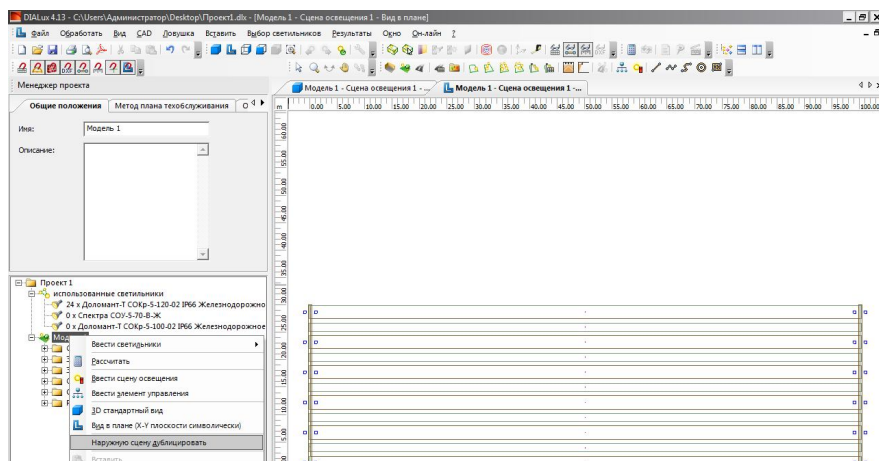


Рисунок А.40 – Дублирование модели

Первая корректировка модели 2 – это исключение из неё подвижного состава. Открыть вкладку "Объекты" выделить все объекты с названием "Квадрат" (необходимо оставить ригеля) и нажать клавишу "Delete" на клавиатуре (рисунок А.41).

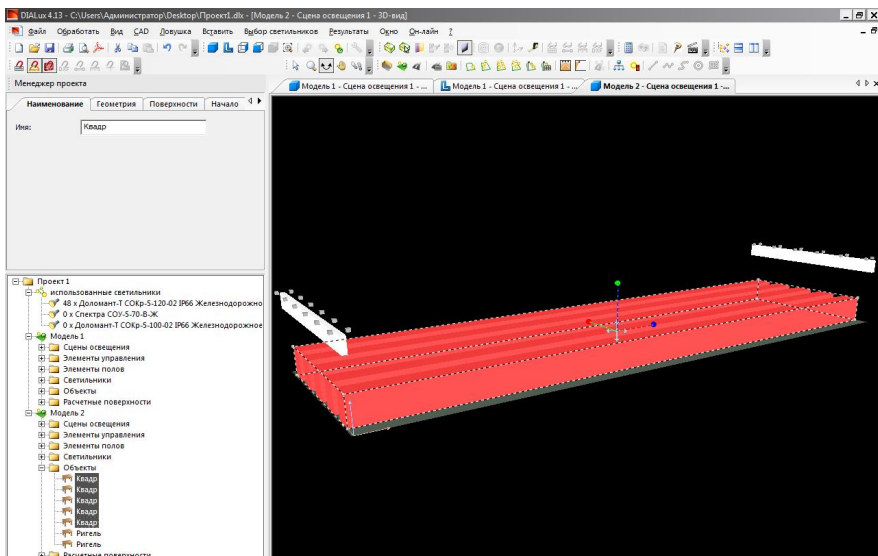


Рисунок А.41 – Удаление подвижного состава из модели

Второй корректировкой модели будет изменение настройки элементов управления в сцене освещения, так как наихудший вариант по соблюдению норм освещенности в междупутье и на путях при отсутствии подвижного состава – это включение осветительных приборов контролируемого пути и двух смежных междупутей или междупутья и прохода с полевой стороны на номинальный световой поток, а остальных междупутей и проходов в режиме дежурного освещения или полного их выключения в зависимости от применяемой системы управления (таблица А.3).

Таблица А.3 - Включение прожекторов для модели без подвижного состава

Пржекторы над расчетной поверхностью	Процент светового потока от номинального, %, при системе управления	
	с отключением прожекторов	с регулированием светового потока прожекторов
Проход с полевой стороны 1	100	100
Междупутье 1	100	100
Междупутье 2, 3, ...	0	50
Проход с полевой стороны 2	0	50

Добавлять в модели 2 элементы управления к новой схеме освещения не нужно. Необходимо только открыть вкладку "Сцены освещения" в дереве проекта (рисунок А.42), выделить "Сцена освещения 1", перейти на

вкладку "Значения затемнения" и ввести нужные значения согласно таблицы 3.

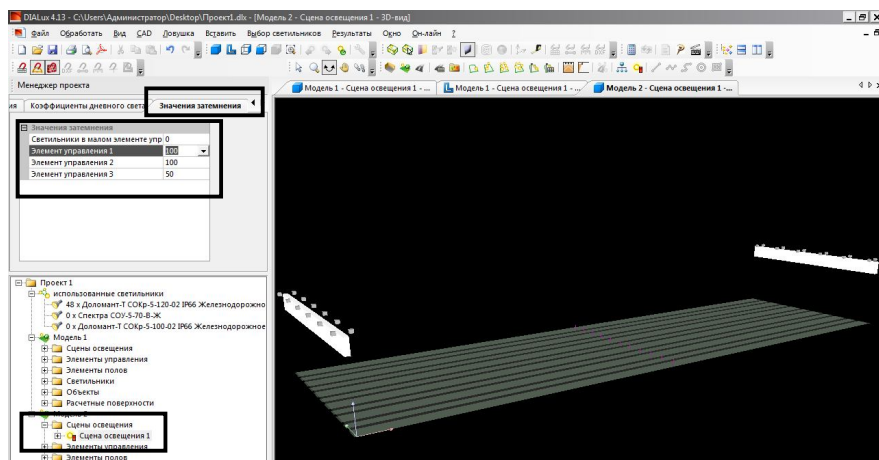


Рисунок А.42 – Настройка сцены освещения для модели 2

А.20 Провести расчеты по описанию операций в п. А.15.

Провести анализ выполнения норм освещенности и её равномерности:

- норма освещенности для рабочего освещения в модели без подвижного состава должна выполняться на расчетных поверхностях "Междупутье 1", "Проход с полевой стороны 1", "Путь 1";
- для остальных междупутей, проходов с полевой стороны и путей должна выполняться норма освещенности для дежурного освещения при системе управления с регулированием светового потока прожекторов;
- равномерность освещенности должна соответствовать требованиям п. 5.18 ГОСТ 34935-2023 при рабочем освещении для расчетных поверхностей "Междупутье 1", "Проход с полевой стороны 1", "Путь 1".

К неудовлетворительным результатам светотехнического расчета модели без подвижного состава следует относить:

- а) минимальное значение освещенности округленное до двух значащих цифр ниже нормы (для проверки условия результаты расчета нужно привести в соответствие с допустимыми погрешностями по п. 6.2.2 ГОСТ 34925-2023 последующего инструментального контроля);
- б) равномерность распределения освещенности по любой из расчетных поверхностей "Междупутье 1", "Проход с полевой стороны 1", "Путь 1" не соответствует требованию п. 5.18 ГОСТ 34935-2023.

А.21 Перед формированием отчета для обозначения его автора необходимо в дереве проекта выделить вкладку "Проект 1" (рисунок А.43), Перейти на вкладку "Оператор" (слева сверху) и ввести Ф.И.О. и группу.

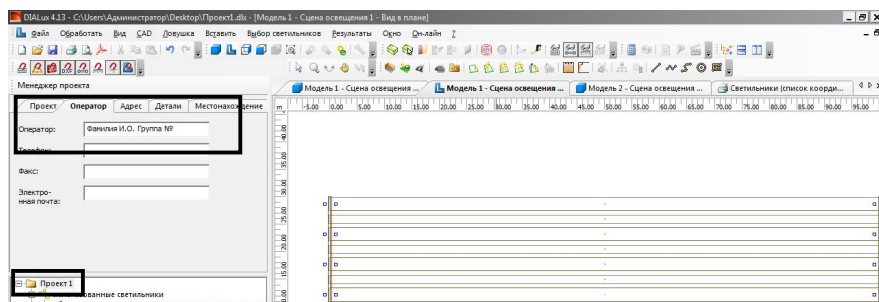


Рисунок А.43 – Обозначение автора светотехнического расчета

Для формирования отчета по результатам светотехнического расчета в программе DIALux 4.13 перейти на вкладку "Результаты" (слева внизу) и обозначить галочками нужные страницы:

- ✓ Оглавление;
- Папка с названием осветительного прибора;
- ✓ Паспорт светильника;
- Папка "Модель 1";
- ✓ Светильники (список координат);
- Папка "Сцены освещения";
 - Папка "Сцена освещения 1";
 - ✓ Данные компоновки;
 - ✓ Данные компоновки;
 - ✓ Расчетные поверхности (обзор результатов);
 - ✓ Фиктивные цвета - визуализация;
- Папка "Модель 2";
- Папка "Сцены освещения";
 - Папка "Сцена освещения 1";
 - ✓ Данные компоновки;
 - ✓ Данные компоновки;
 - ✓ Расчетные поверхности (обзор результатов);
 - ✓ Фиктивные цвета - визуализация;

Отчет печатать в формат с расширением .pdf и включить приложением к пояснительной записке.

Пример отчета представлен в Приложении Б.

Приложение Б
(обязательное)

Пример отчета по светотехническому расчету
парка железнодорожной станции
в программе DIALux4.13