

# Совместное использование ElectriCS Storm и ElectriCS Light

## ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОЛНИЕЗАЩИТЫ И НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

**С**истема ElectriCS Storm, предназначенная для автоматизированного проектирования молниезащиты и заземления зданий и сооружений<sup>1</sup>, состоит из двух основных подсистем: подсистемы расчета молниезащит (РМЗ) и подсистемы расчета заземляющих устройств (РЗУ).

Подсистема РМЗ выполняет автоматизированный расчет и построение зон защит молниеотводов, горизонтальных и вертикальных сечений этих зон.

Расчет и построение зон защиты может выполняться по различным руководящим материалам:

- РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений";
- СО 153-34.21.122-2003 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных предприятий";
- РД 34.21.121 "Руководящие указания по расчету зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов" (СПЭ №212-э "Заземление и молниезащита на тепловых и атомных электростанциях. Справочник по проектированию тепловых электростанций и тепловых сетей". – Теплоэлектропроект, 1974);
- СТО Газпром 2-1.11-170-2007 – "Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и коммуникаций ОАО "ГАЗПРОМ".

На сегодняшний день основным руководящим материалом, применяющимся в России для расчета молниезащиты, является "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений" (РД 34.21.122-87). И хотя СО 153-34.21.122-2003 появился позже РД 34.21.122-87 и должен был заменить этот

документ, организации, перешедшие на расчеты по СО 153-34.21.122-2003, позднее или вернулись к расчетам по РД-87, или стали выполнять сразу два расчета: и по СО-2003 и по РД-87. Причина, в частности, кроется в том, что в СО-2003 отсутствует описание методики расчета многократных стержневых молниеотводов. Хотя в РД-87 и указано, что действие инструкции "не распространяется на проектирование <...> электрической части станций и подстанций", многие организации пользуются ею именно для этих целей.

Подсистема РМЗ обеспечивает расчет многократных стержневых и/или тросовых молниеотводов и имеет следующие преимущества по сравнению с другими подобными системами:

- возможность просмотра в 3D-виде (аксонометрии) зданий и сооружений, требующих молниезащиты, зон защиты, полученных в результате расчета, а также их соотношения;
- возможность производить горизонтальные сечения зон на любой высоте (по умолчанию – на высоте сооружения с максимальной высотой);
- возможность графического ввода цифровой информации – координат зданий, сооружений и устройств молниезащиты;
- возможность работы на плоском генплане;
- возможность производить вертикальные сечения зон.

Новейшая версия системы (2.8-001) в части расчета молниезащиты дополнительно обеспечивает:

- вывод в Word в табличном виде результатов расчета одинарных, двойных и тройных молниеотводов;
- одновременное построение несколь-

ких контуров молниезащиты на заданной высоте с указанием радиусов сечений конусов, примыкающих к контуру одиночных молниеотводов;

- построение по запросу зон защиты тройных молниеотводов в 3D-виде;
- вывод на план стержневых молниеотводов;
- расчет замкнутых тросовых молниеотводов (по СО-2003).

Подсистема РЗУ предназначена для автоматизированного расчета искусственных и естественных заземлителей. Расчет заземления состоит из двух частей: расчет сопротивления растеканию и расчет напряжения прикосновения. Сопротивление растеканию может рассчитываться двумя методами: коэффициентов использования и Оллендорфа-Лорана. Расчет заземления производится на основе работы М.Р. Найфельда "Заземление, защитные меры электробезопасности" и "Руководящих материалов по проектированию заземляющих устройств электрических станций и подстанций 3-750 кВ переменного тока"<sup>2</sup>.

Новейшая версия системы в части расчета заземления дополнительно производит:

- расчет многослойного грунта;
- расчет однорядного и лучевого заземления (при расчете методом коэффициента использования);
- расчет сразу нескольких групп искусственных заземлителей.

Система ElectriCS Light, предназначенная для светотехнических расчетов осветительных установок промышленных предприятий<sup>3</sup>, позволяет рассчитывать внутреннее освещение зданий и сооружений и наружное (прожекторное) освещение промплощадок. Расчеты производятся как точечным методом, так и методом

<sup>1</sup>Александр Салин, Вячеслав Серов, Сергей Третьяков. Автоматизация расчета молниезащиты и заземления в среде ElectriCS Storm. – CADmaster, №3/2004, с. 56-61.

<sup>2</sup>М.: Энергосетьпроект, 1987 (№ 12740ТМ-Т1).

<sup>3</sup>Александр Салин, Николай Ильичев, Александр Шемякин, Михаил Целищев. Автоматизация светотехнических расчетов в среде ElectriCS Light. – CADmaster, №1/2004, с. 60-65.

коэффициентов использования на основе "Справочной книги по светотехнике"<sup>4</sup>.

Версия ElectricCS Light 1.1-020 обеспечивает:

- возможность работы с помещениями любой конфигурации (не только с прямоугольными);
- возможность работы сразу с несколькими помещениями в одном расчете (проекте);
- светотехнические расчеты освещения с учетом теней от зданий и сооружений при наружном освещении и от стен при внутреннем освещении;
- возможность графического ввода цифровой информации – координат светильников, стен, точек контроля и т.д. (оцифровка планов в AutoCAD) с параллельной выдачей информации на планы;
- возможность просмотра в 3D-виде (аксонометрии) исходных данных для расчетов: источников света (светильников) с вектором направленности светового потока, точек контроля, стен, зданий и сооружений, создающих тень;
- просмотр в 3D-виде результатов расчета в виде световых полей, что позволяет визуально оценить распределение освещенности по площади проектируемого объекта;
- отображение на плане (в AutoCAD) изолиний заданного уровня освещенности, обеспечивающее возможность визуально оценить и вывести на планы границы области заданного уровня освещенности;
- наличие конвертора во внутренний формат системы (YRD) кривых силы света светильников (KCC) американского формата IES, разработанного Светотехническим обществом Северной Америки;
- наличие конвертора во внутренний формат системы KCC европейского формата LDT;
- просмотр в 3D-виде кривых силы света светильников;
- возможность использования при расчетах светильников с несимметричными KCC (так называемых кососветов);
- вывод в спецификацию светильников и прожекторных мачт;
- вывод на план прожекторных мачт и источников света.

Суть совместного применения ElectricCS Storm и ElectricCS Light состоит в том, что прожекторные вышки, используемые в ElectricCS Light при расчете наружного (прожекторного) освещения, обычно выступают в роли стержневых

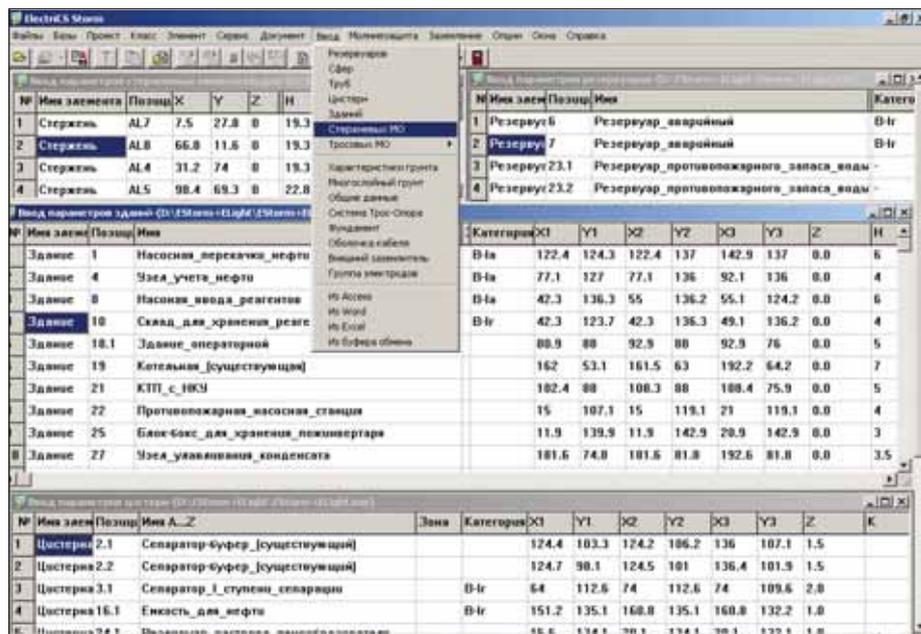


Рис. 1. Окно ввода исходных данных

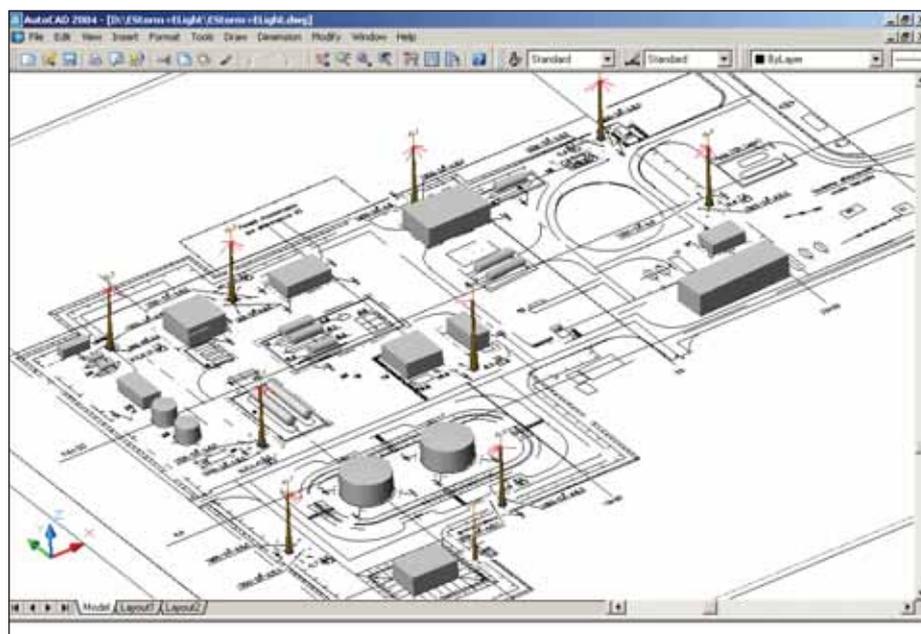


Рис. 2. Исходные данные в 3D-виде

молниеотводов. Кроме того, вводимые в ElectricCS Storm 3D-объекты, требующие молниезащиты (здания, резервуары, цистерны, сферы, трубы), в системе ElectricCS Light используются как объекты, создающие тень, и наоборот. Это достигается благодаря полной совместности проектов двух систем.

Технология совместного использования систем выглядит следующим образом. Сначала на плоском плане (генплане) расставляются объекты (здания и сооружения). На рис. 1 показано окно ввода исходных данных в системе ElectricCS Storm. При этом вводить их все не обязательно – достаточно указать только зна-

чимые с точки зрения расчета молниезащиты и освещения. Затем расставляют прожекторные вышки с установленными на них источниками света и отдельные стержневые и тросовые молниеотводы. На рис. 2 приведен пример исходных 3D-данных для расчета в виде генплана с расставленными объектами, прожекторными мачтами и отдельными стержневыми молниеотводами.

Обычно сначала производится расчет молниезащиты. На рис. 3 приведен пример такого расчета по РД-87 зона А в 3D-виде без учета зон тройных молниеотводов, а на рис. 4 – с учетом этих зон. Отметим, что некоторые организации

<sup>4</sup>М.: Энергоатомиздат, 1983. Под ред. Ю.Б. Айзенберга.

прикладывают в качестве проектных документов 3D-виды (в виде копий экранов) до и после расчетов. Это особенно удобно в тех случаях, когда надо защитить зоны выброса, которые имеют вид сферы, и на плоских горизонтальных сечениях зон защиты определить их защищенность достаточно сложно. На рис. 5 приведен пример расчета молниезащиты по РД-87 зона Б в 3D-виде без учета зон тройных молниеотводов. На рис. 6 показаны горизонтальные сечения двух зон молниезащиты (А и Б) на заданной высоте. На рис. 7 изображено вертикальное сечение двойного стержневого молниеотвода. На рис. 8 приведены результаты расчета одинарных и двойных молниеотводов, выведенные в виде таблицы Word.

После проведения расчета молниезащиты, когда все объекты защищены в соответствии со своей категорией, производится расчет наружного освещения. Светотехнический расчет считается выполненным, если во всех расчетных точках расчетная освещенность выше нормы (при нормировании точек контроля, например освещенности измерительных приборов) и минимальная освещенность по изолюксам (линиям равной освещенности) также превышает норму (при нормировании поверхностей). На рис. 9 показаны результаты расчета освещения в 3D-виде, где расчетная освещенность в заданной зоне приведена к координате Z. На рис. 10 изображены линии заданной освещенности (изолюксы), выведенные на план как горизонтальные сечения результатов расчета в 3D-виде.

Возникшие сложности при выполнении расчета по светотехнике устраняются путем увеличения числа прожекторов, изменения их направления или типа (мощности). Если это не приводит к желаемым результатам, может возникнуть необходимость в смене координат прожекторной мачты, что, соответственно, потребует пересчета молниезащиты: понадобится запустить расчет молниезащиты на том же проекте и проверить защищенность всех объектов. Заметим, что при смене координат прожекторной мачты меняются координаты всех находящихся на ней светильников (прожекторов).

Таким образом, работая поочередно с одним и тем же проектом в системах ElectricStorm и ElectricLight, можно достаточно быстро принять рациональное решение по расстановке прожекторных мачт и благодаря этому повысить качество проекта как молниезащиты, так и наружного освещения.

*Александр Салин,  
д.т.н.  
CSoft Иваново  
E-mail: salin@dsn.ru*

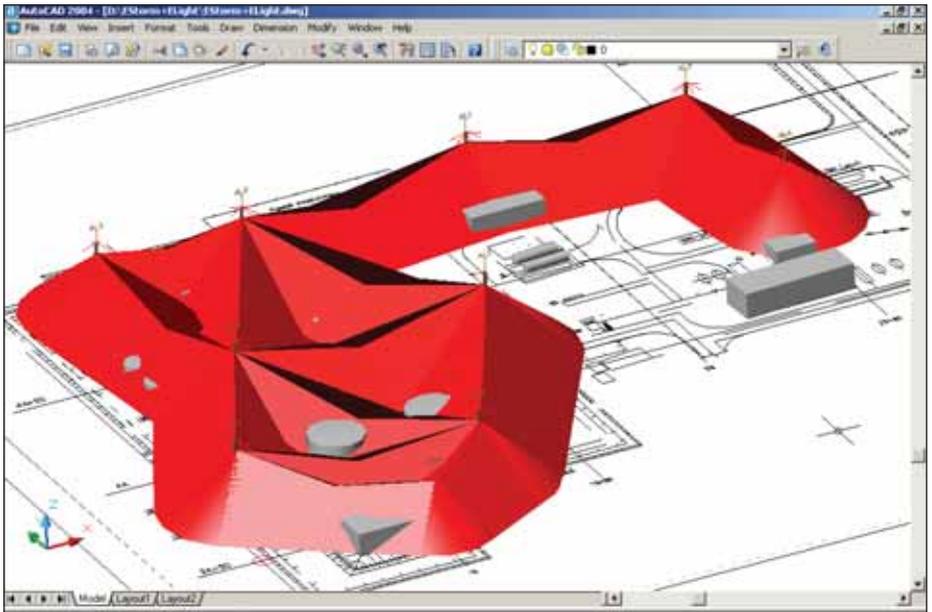


Рис. 3. Расчет молниезащиты по РД-87 зона А – 3D-вид без тройных

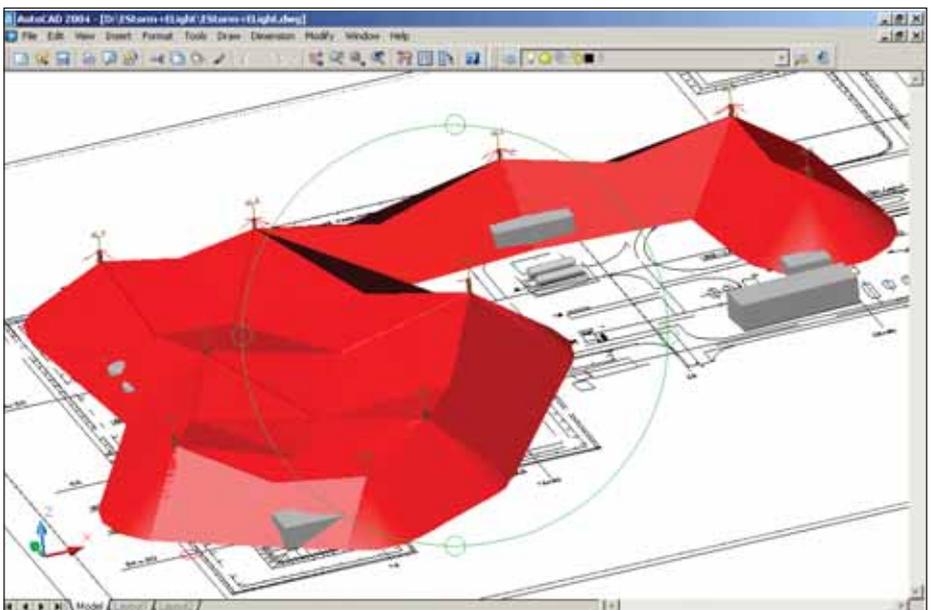


Рис. 4. Расчет молниезащиты по РД-87 зона А – 3D-вид с тройными

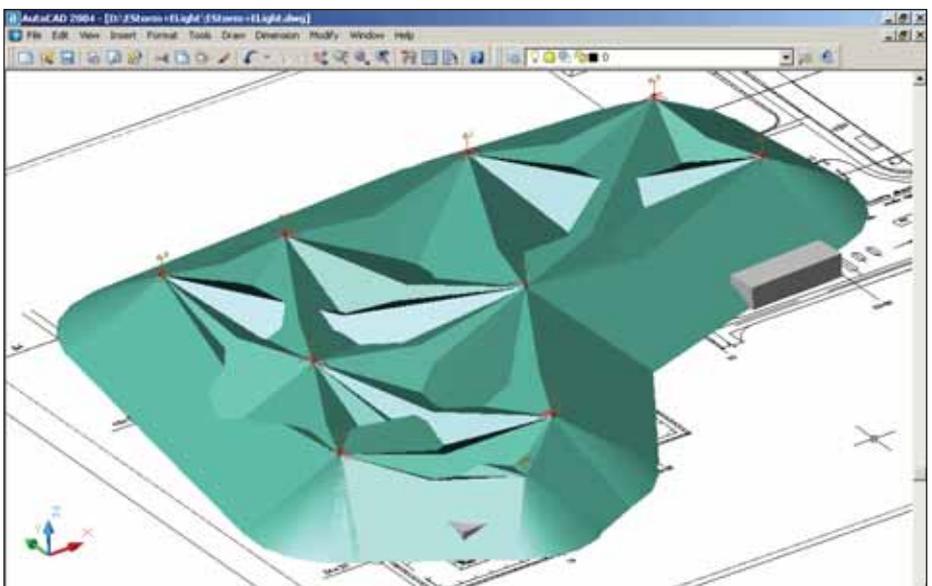


Рис. 5. Расчет молниезащиты по РД-87 зона Б – 3D-вид без тройных

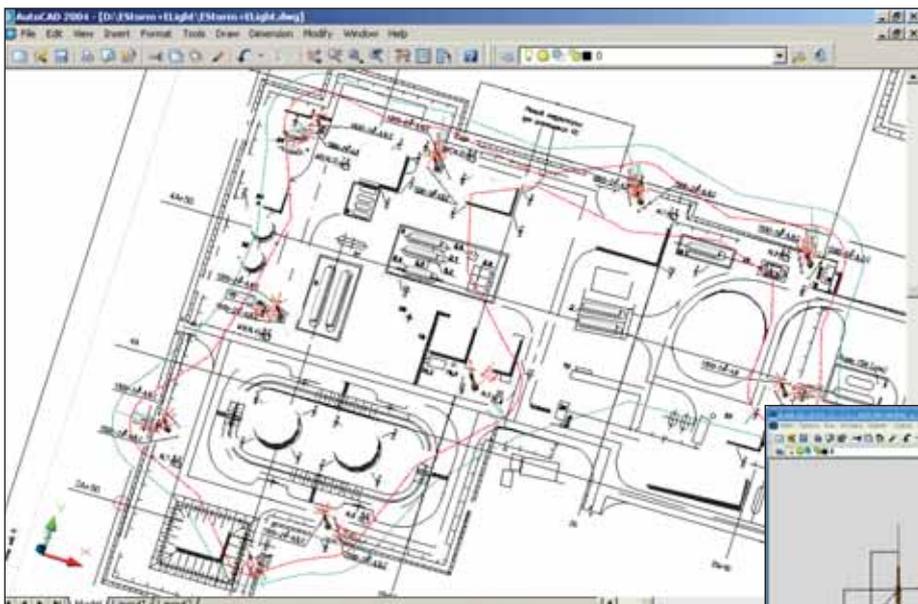


Рис. 6. Горизонтальное сечение двух зон

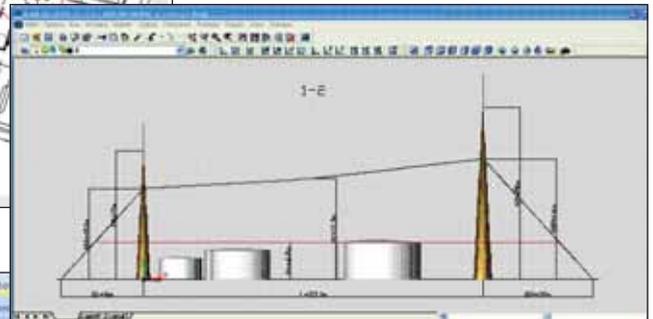


Рис. 7. Пример вертикального сечения

ЭлектриCS Storm

Однорядные стержневые молниеприемники на высоте  $H_x=7$  м

Молниеприемник	$H_1$ , м	$H_2$ , м	$R_1$ , м	$R_2$ , м
AL7	19.3	16.4	20.3	11.7
AL8	19.3	16.4	20.3	11.7
AL4	19.3	16.4	20.3	11.7
AL3	22.8	19.38	24	13.4
AL3	19.3	16.4	20.3	11.7
AL2	19.3	16.4	20.3	11.7
AL1	19.3	16.4	20.3	11.7
AL9	19.3	16.4	20.3	11.7

Двойные стержневые молниеприемники на высоте  $H$

Молниеприемник	$H_1$ , м	$H_2$ , м	$L$ , м	$H_{c1}$ , м	$H_{c2}$ , м	$H_{c3}$ , м	$H_4$ , м
AL <sup>1</sup> -AL <sup>3</sup>	19.3	19.3	41.3	9	9	9	16
AL <sup>2</sup> -AL <sup>4</sup>	19.3	19.3	31.9	10.7	10.7	10.7	16
AL <sup>5</sup> -AL <sup>6</sup>	19.3	19.3	41.3	9	9	9	16
AL <sup>7</sup> -AL <sup>8</sup>	19.3	19.3	31.9	10.7	10.7	10.7	16
AL <sup>9</sup> -SPM <sup>1</sup>	19.3	15	50.9	10.9	6.3	6.3	14
AL <sup>4</sup> -AL <sup>3</sup>	19.3	19.3	71.8	7.2	7.2	7.2	16
AL <sup>8</sup> -AL <sup>5</sup>	19.3	22.8	45.8	8.2	11.8	10	17
AL <sup>7</sup> -AL <sup>6</sup>	19.3	19.3	41.3	9	9	9	16
AL <sup>4</sup> -AL <sup>3</sup>	19.3	19.3	71.8	7.2	7.2	7.2	16
AL <sup>8</sup> -AL <sup>5</sup>	19.3	22.8	45.8	8.2	11.8	10	17
SPM <sup>1</sup> -AL <sup>3</sup>	15	19.3	79	10.9	15.1	12.9	14

Рис. 8. Результаты расчета МЗ в виде таблицы

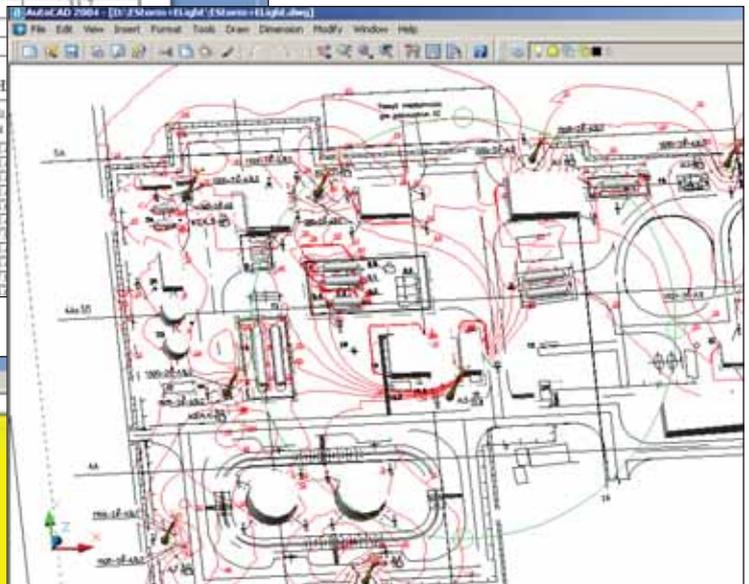


Рис. 10. Горизонтальные сечения освещенности

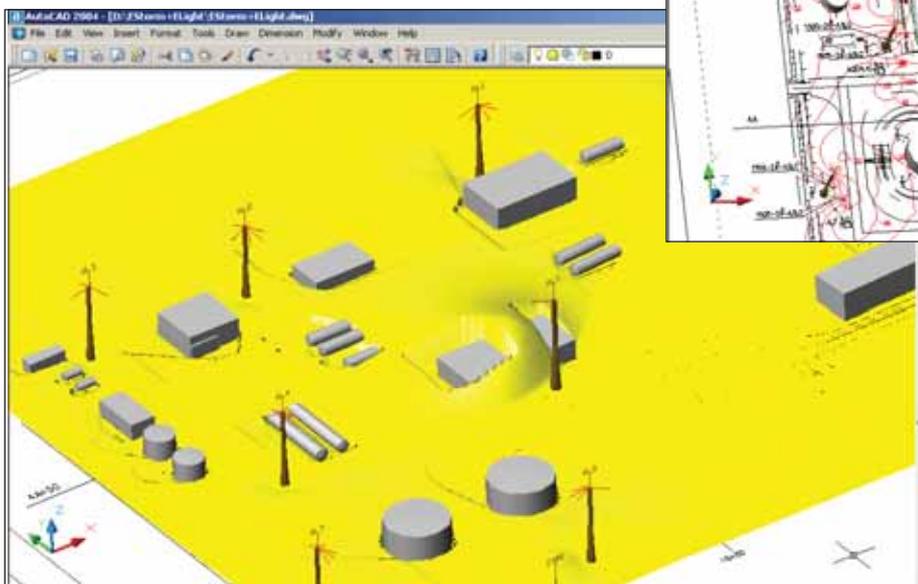


Рис. 9. Результаты расчета освещенности в 3D-виде