

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОЛНИЕЗАЩИТЫ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.В. Иванов,

Л.Л. Черненский, канд. техн. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»,

Москва, Россия

Для определения зон защиты системы молниеотводов требуется компьютерный расчёт, так как проектирование молниезащиты зданий и сооружений не ограничивается установкой одного или двух молниеотводов, где ручной расчёт ещё возможен. Поэтому для выполнения задачи требуется специализированное программное обеспечение, которого нет в свободном доступе.

Ключевые слова: Молниезащита зданий и сооружений, проектирование молниезащиты, надёжность защиты от прямых ударов молнии, стержневой молниеотвод, тросовый молниеотвод, программа для расчёта зон защит молниеотводов, зона защиты молниеотвода.

Основная часть. Молниезащита зданий и сооружений, в том числе объектов электроэнергетики и взрывоопасных объектов, от прямых ударов молнии включает в себя систему молниеотводов (тросовых или стержневых), которая называется многократным молниеотводом. Зона защиты многократного молниеотвода представляет собой пространство, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с надёжностью не ниже определенного значения [1]. Она определяется как зона защиты попарно взятых соседних молниеотводов и является объёмной фигурой сложной формы. Задача проектирования молниезащиты решается итерационным методом и имеет несколько параметров: высота молниеотводов, их тип, количество и места установки, а также надёжность защиты от прямых ударов молнии. Сложность решения задачи проектирования молниезащиты, помимо большого количества входных параметров, обусловлена тем, что только после визуализации границ зоны защиты многократного молниеотвода можно понять, защищён ли объект от прямых ударов молнии с заданной надёжностью. Таким образом, процесс проектирования молниезащиты зданий и сооружений является очень сложной задачей и требует специализированного программного обеспечения, которого нет в свободном доступе. Разработка программного продукта, позволяющего не только рассчитывать зону защиты молниеотводов и визуализировать её границы, но и моделировать сами защищаемые объекты, является актуальной и важной задачей. Этот программный продукт может быть использован, в первую очередь, в образовательном процессе при подготовке специалистов в области техники высоких напряжений.

В Российской Федерации на данный момент используется два нормативных документа, по которым осуществляется проектирование молниезащиты зданий и сооружений: «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений (РД 34.21.122-87)», «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций (СО-153-34.21.122-2003)» [1, 2]. Данные руководящие документы используют вероятностный метод для определения размеров зон защиты молниеотводов.

В данной статье рассматривается разрабатываемый программный продукт для моделирования объектов и молниеотводов при проектировании молниезащиты наземных объектов, который проводит расчёт и визуализацию зоны молниезащиты многократного молниеотвода. На этапе разработки программа носит название mLPZLab.

Программа имеет графический интерфейс пользователя (рисунок 1), который представляет из себя окно, в котором визуализируются объекты, молниеотводы и зоны их защиты. Пользователь может создавать в программе объекты простой и сложной формы, выбирать места установки молниеотводов. Установить тип и высоту молниеотводов можно во вкладке «Параметры задачи» (на рисунке 1). Указание руководящего документа позволяет выбрать надёжность защиты объектов от прямых ударов молнии, от которой зависят размеры зон защиты молниеотвода.

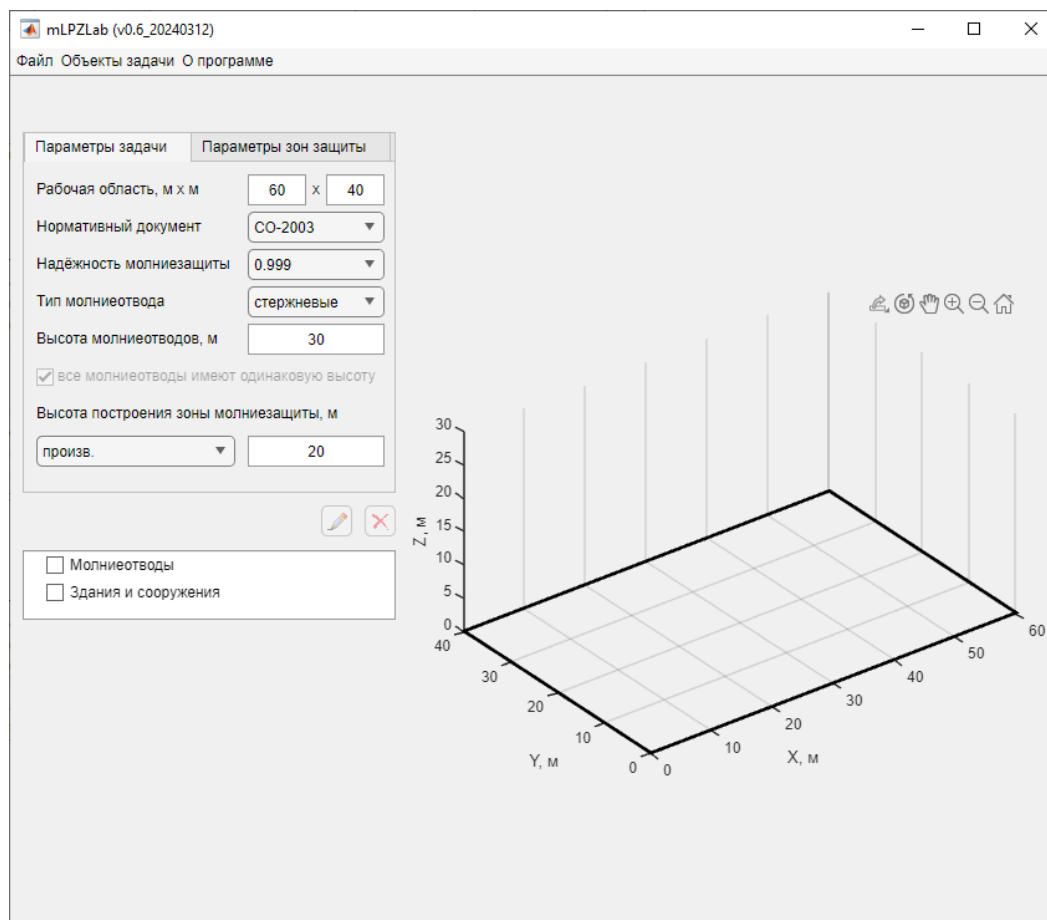


Рисунок 1. – Интерфейс разрабатываемой программы

На рисунке 2 представлен пример работы программы при проектировании молниезащиты здания сложной формы с помощью одного молниеотвода. В первом

варианте (рисунок 2а) молниеотвод имеет высоту 15 метров. Видно, что имеются части здания, которые выходят за границы зоны защиты молниеотвода. Следующим шагом решения задачи проектирования может быть увеличение высоты молниеотвода, которое легко выполнить с помощью графического интерфейса программы. На рисунке 2б представлена зона защиты молниеотвода высотой 20 метров. Также видно, что объект не полностью защищён от прямых ударов молнии с заданной надёжностью.

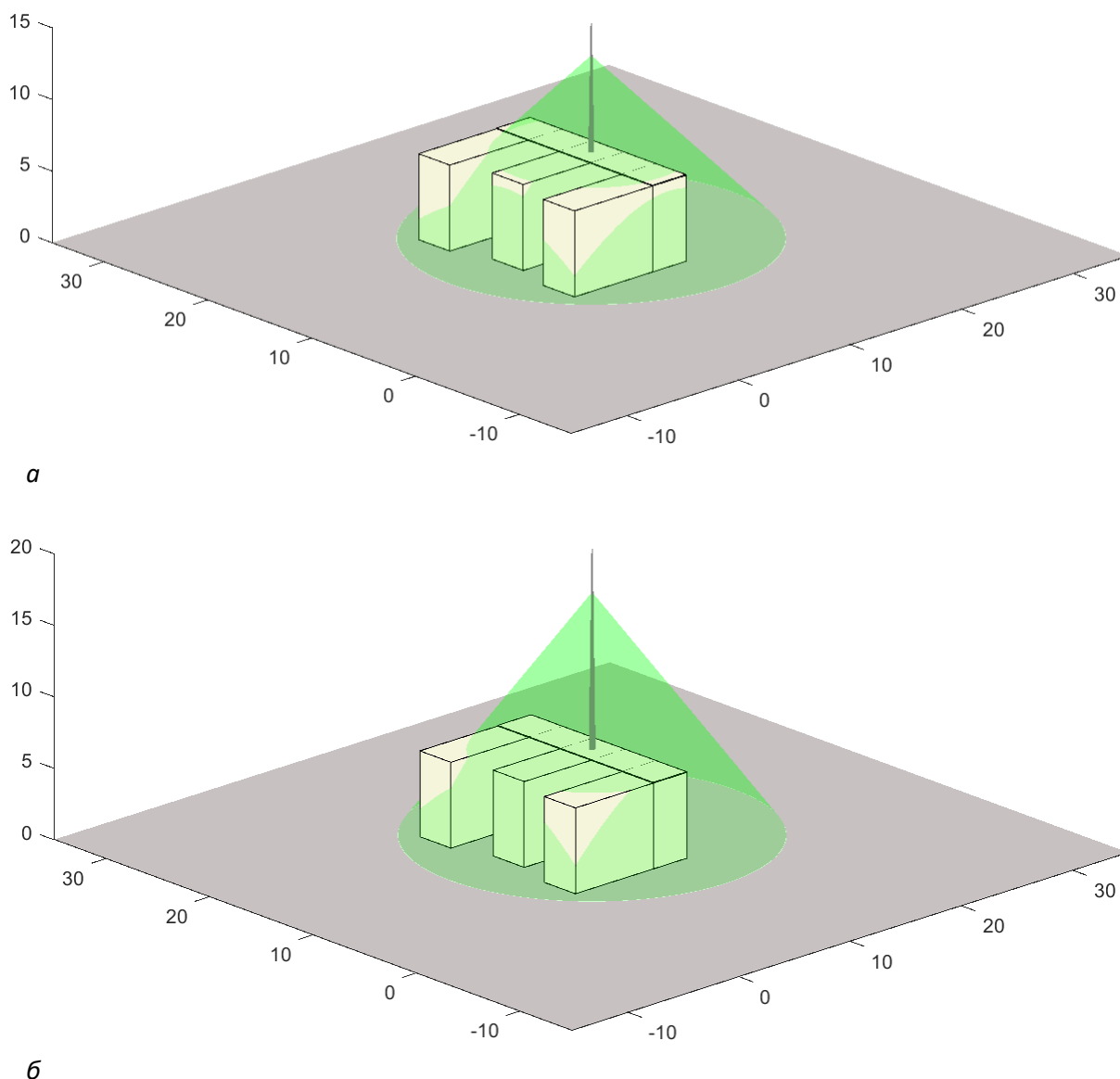


Рисунок 2. – Зона защиты одиночного молниеотвода с высотой 15 м (а) и 20 м (б)

Существенное увеличение высоты одиночного молниеотвода с 15 до 20 метров не даёт нужного результата по обеспечению молниезащиты объекта. Другим способом увеличить зону защиты молниеотвода при проектировании молниезащиты наземных объектов является установка ещё одного молниеотвода. Результат добавления молниеотвода представлен на рисунке 3. Видно, что установка второго молниеотвода позволила защитить здание с той же надёжностью, но при меньшей высоте молниеотвода: на рисунке 3 показана зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой 15 метров.

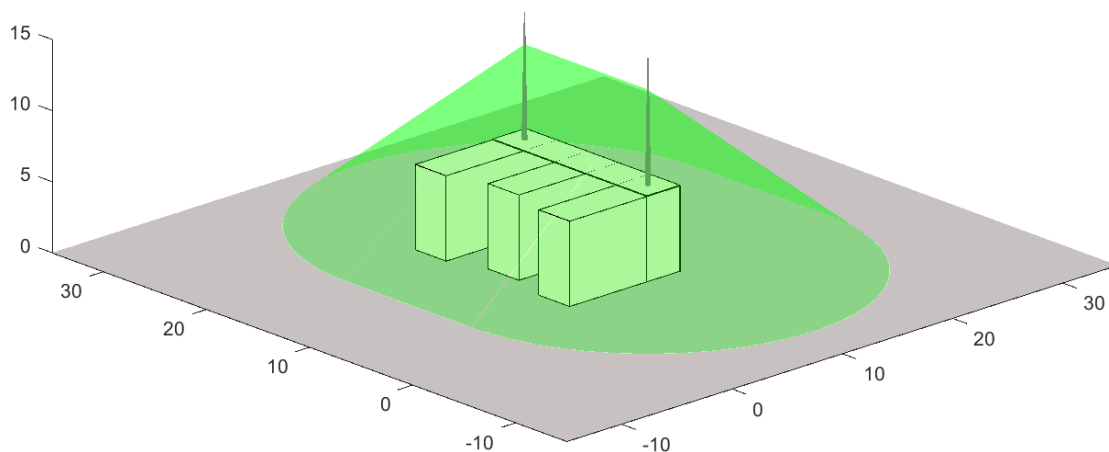


Рисунок 3. – Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой 15 м

Представленный выше пример подразумевает, что молниеотвод находится на защищаемом объекте, что не всегда допустимо. В нормативных документах [1, 2] вводится понятие «отдельно стоящий молниеотвод», смысл которого заключается в том, что путь тока молнии не должен иметь контакта с защищаемым объектом. На рисунке 4 представлен пример выполнения расчётов и визуализации зоны защиты отдельно стоящего молниеотвода, выполненных по [1].

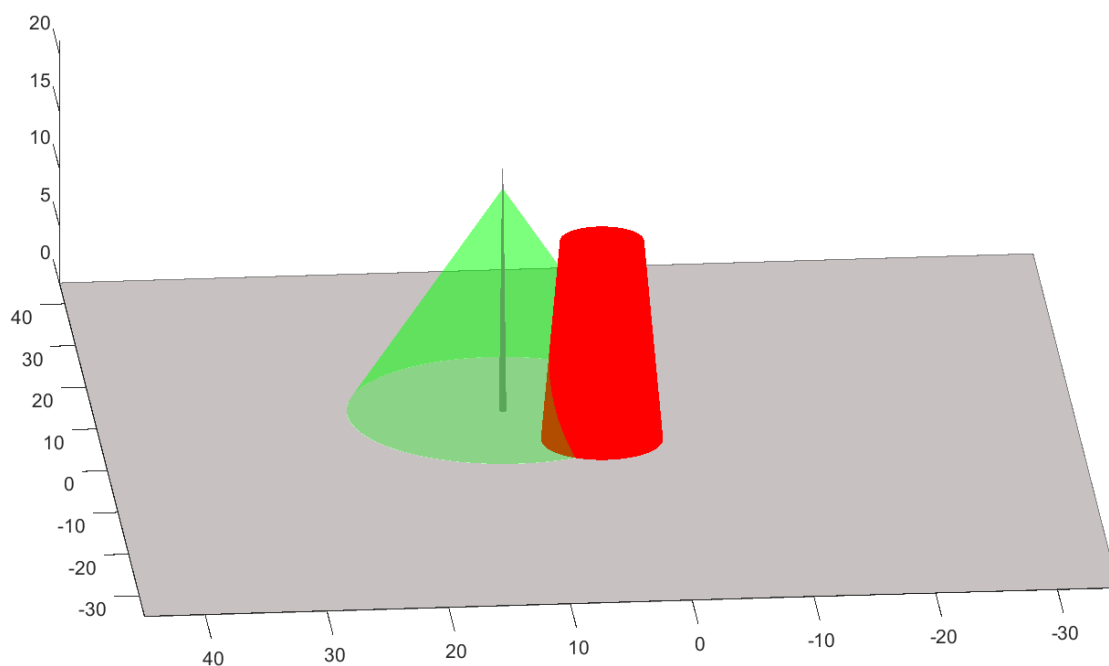


Рисунок 4. – Зона защиты отдельно стоящего молниеотвода

Видно, что объект не защищён и требуется принимать дополнительные меры, увеличивая высоту молниеотвода или устанавливая дополнительный молниеотвод (один или несколько). На рисунке 5 продемонстрирован пример, когда установка второго молниеотвода не приводит к нужному результату: объект не полностью входит в зону защиты системы молниеотводов. Надёжность, с которой молниеотвод защищает наземный объект, равна в рассматриваемом примере (рисунок 5а) значению 0,995. В случае, если

к молниезащите объекта предъявляются пониженные требования (например, дымовые и прочие трубы предприятий), то и надёжность защиты от прямых ударов молнии может быть снижена. В этом случае зона защиты молниеотводов расширяется: результат такого изменения надёжности приведён на рисунке 5б. Все эти действия по изменению исходных условий задачи легко и быстро пользователь может выполнять в программе.

Рассмотрен процесс проектирования молниезащиты зданий на примере двух объектов, выполненных с помощью разрабатываемой программы mLPZLab, которая позволяет рассчитывать зону защиты системы молниеотводов (стержневых или тросовых), моделировать защищаемые объекты с учётом их особенностей (например, взрывоопасный объект), выбирать нормативный документ и надёжность, сохранять полученные результаты. Выбор подходящего варианта молниезащиты представленных объектов выполнены в программе mLPZLab в течение нескольких минут. Созданный инструмент существенно облегчает процесс проектирования молниезащиты наземных объектов от прямых ударов молнии.

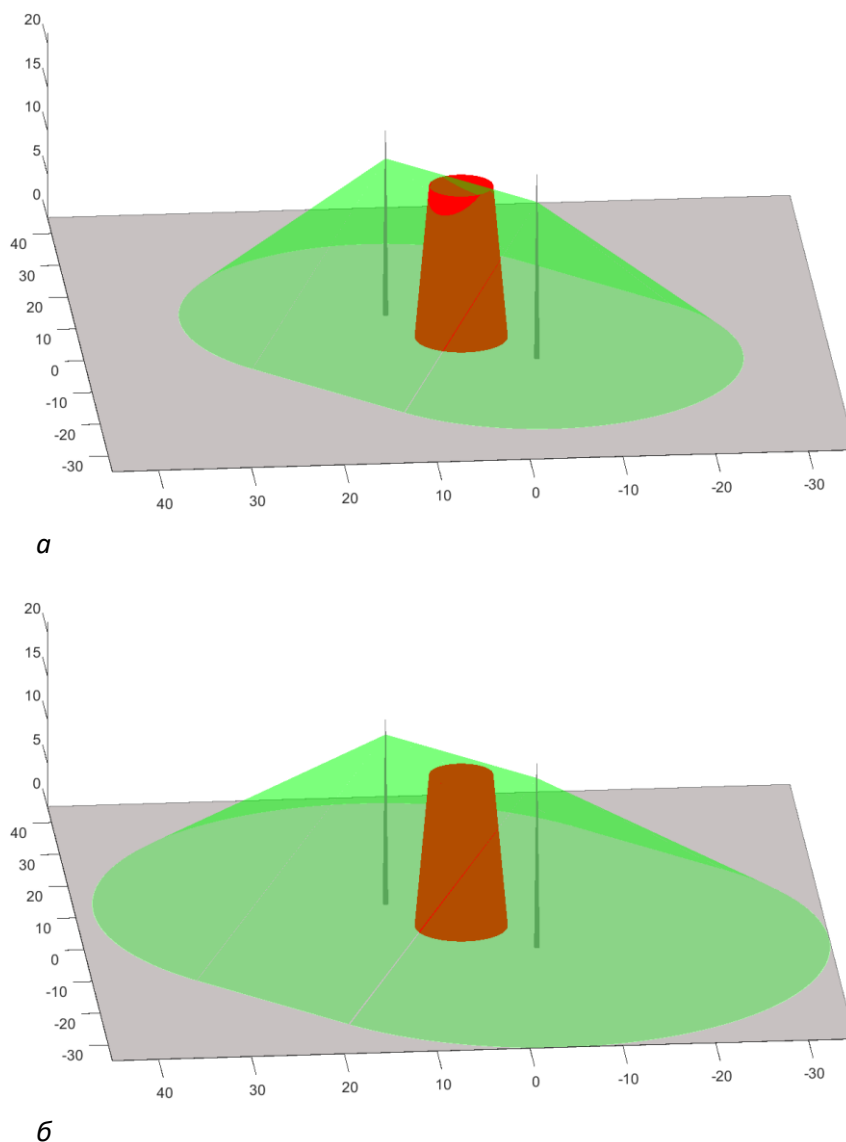


Рисунок 5. – Зона защиты двойного стержневого молниеотвода с надёжностью 0,995 (а) и 0,95 (б)

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений: РД 34.21.122-87 : утв. Главтехуправлением Минэнерго СССР 12 октября 1987. – 32 с.
2. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций: СО 153-34.21.122-2003 : утв. Приказом Министерства энергетики России от 30 июня 2003 г. N280 : ввод. в действие с 30 июня 2003 года. – 59 с.