

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.1, Ч.V. - Б. 195-197

ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СРЕДСТВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

*Соболев В.С., магистрант 1 курса
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Нур-Султан*

Предметом исследования является моделирование молниезащиты, которая представляется в виде комплексных защитных мер от зарядов атмосферного статического электричества, обеспечивающие безопасность людей и электрооборудования, за основу принята подстанция 110/10 кВ.

Внутренняя молниезащита стала очень важной в последние годы, что объясняется производством очень чувствительного и дорогого оборудования (компьютеры, релейная защита, электромоторы с электрическим управлением, системы охраны, видеоканалы и другое оборудование, содержащее высокочувствительные полупроводниковые приборы).

Одновременно на всей Земле происходит около 1,5 тысяч гроз, рисунок 1. Самое опасное явление при ней — это молния — колоссальный электрический разряд способный принести огромный вред. Ток в разряде достигает от 10 до 100 тысяч ампер, напряжение миллионы вольт, а температура в канале молнии может достигать 30 тысяч градусов [1].

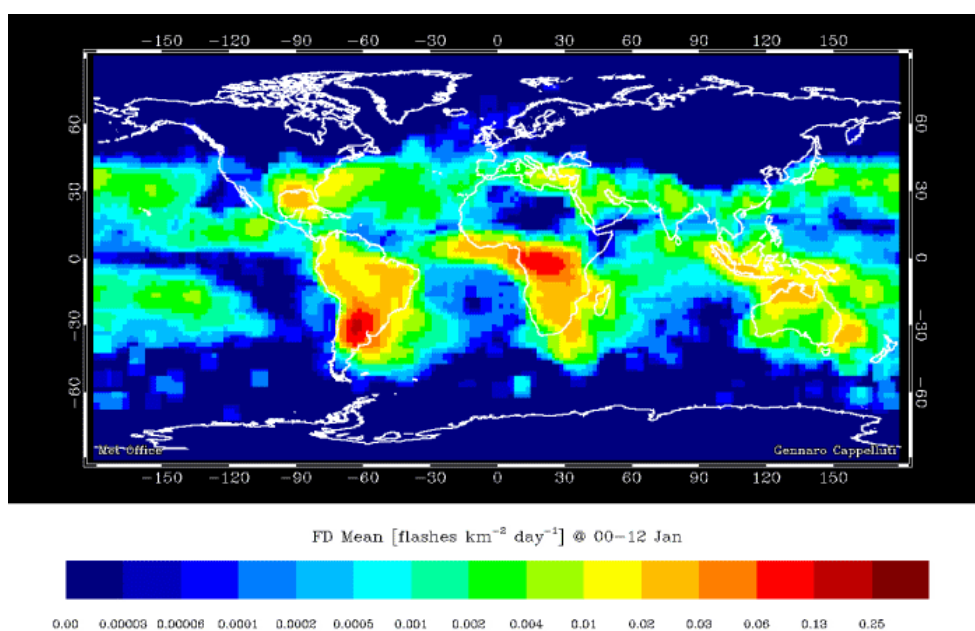


Рисунок 1 - Частота ударов молний

Если говорить с метеорологической точки зрения, по данным научно-технического журнала, что издает Казгидромет и рисунка 1, сейчас регистрируется увеличение опасных явлений. Если раньше, происходило 10 гроз за год, то теперь 15. Кроме того, если раньше продолжительность грозы в среднем составляла 15 минут, теперь 20-22. В связи с факторами резкого изменения мирового климата возрастают и шансы на то, что количество отключений из-за ударов молнии резко возрастет [2].

Сотрудники Института прикладной физики РФ, смоделировали детальное возникновение ступеней и ответвлений молнии. В модели рассматривается наиболее практически значимый случай нисходящего отрицательного лидера молнии. Известно, что из всех достигающих земли молниевых разрядов примерно 90% имеет именно отрицательную полярность [6].

Защита от удара молнии одно из самых важных мероприятий. Так в 1752 году Бенджамином Франклином был изобретен молниеотвод. Данный метод защиты от грозовых разрядов занял большее значение в наше время.

Молниеотводы делятся на два вида по типу молниеприемника: стержневые и тросовые [7].

К молниеприемникам предъявляются высокие требования. Так как они воспринимают прямые удары молнии, то должны обладать механической и тепловой стойкостью к воздействию электрического тока, а также должны выдерживать высокую температуру при разряде.

Важным показателем молниеотвода является качество его заземления, от которого зависит эффективность и надежность защиты подстанции. Его задача заключается в отводе тока разряда молнии в землю, поэтому его основные характеристики определяются стойкостью к механическому и тепловому воздействию тока. Кроме того, заземлитель должен иметь хорошую стойкость к химически-агрессивной почве, устойчивость к коррозии [1].

Для эффективной защиты объект должен полностью находиться в зоне защиты молниеотвода. Над самим молниеотводом находится зона, при возникновении молнии, в которой, вероятность попадания молнии в стержневой молниеотвод очень велика, рисунок 2.



Рисунок 2 - Зона защиты и 100% поражения молниеотвода

Создавая модели, прогнозируются риски и поведение молнии для ПС на более ранней стадии процесса проектирования. Эти модели позволят оценивать альтернативные конструкции и использовать сходство между конструкциями.

Моделирование молниезащиты обеспечивает более безопасный и экономичный процесс проверки конструкции молниезащиты. Недостаточная защита чего-либо приводит к значительным затратам и задержкам в графике, а некоторые конструкции просто не могут поддерживать конструкции защиты «постфактум» [3, 6].

Программа использует уравнения Максвелла для прогнозирования распределения тока молнии, расчета напряжений и, в конечном итоге, количественной оценки рисков повреждения (дуга, искрение и т.д.). Во многих случаях симуляция и моделирование обеспечивают более высокую точность данных, чем тестирование, благодаря способности точно настраивать параметры материалов и запускать десятки изменений конфигураций проекта за короткий период времени [4,5].

Модели молниезащиты создаются из данных уровня САПР в собственные формы COMSOL. Определяется, что является важным, и делаем краткие предположения о том, какие функции должны быть включены, а какие нет [3].

Для проектирования молниезащиты подстанции необходимо:

- 1) Руководствоваться следующими нормативными документами:
 - [«Правила устройства электроустановок» ПУЭ 7-е изд.](#)
 - [«Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122-2003](#)
- 2) Определить категорию молниезащиты объекта, по регламентирующим документам РД 34.21.122-87, СО 153-34.21.122-2003;
- 3) Выбрать метод молниезащиты (защитный угол, сфера, сетка) и тип контура заземления (кольцевое, фундаментное, очаговое);
- 4) Выбрать материал элементов системы, с учетом экономических соображений;
- 5) Расчёт зоны заземления и определение мест установки молниеприемника.

Вышеизложенные пункты при помощи математических моделей выполняют программы «Model Studio CS», «ЗУМ», «ElectriCS Storm», «Акула» и другие.

Рассматривая используемое проектировщиками программное обеспечение, обратим внимание сразу на наилучший софт, помогающий в расчете необходимого заземления.

Model Studio CS Молниезащита предназначен для проектирования молниезащиты, заземления и расчет зон молниезащиты.

Инженерный программный комплекс для расчета и трехмерного интерактивного проектирования молниезащиты зданий, сооружений и открытых территорий.

Основанные возможности:

- компоновочное решение объекта, требующего молниезащиты;
- расчет и автоматическое построение типовых зон молниезащиты в соответствии с нормативными документами;
- построение горизонтального сечения зон молниезащиты на заданной высоте;
- формирование и выпуск полного комплекта проектной документации.

База данных оборудования, изделий и материалов Model Studio CS Молниезащита встроена в среду проектирования и не требует вызова дополнительных программ.

При размещении молниеприемника, взятого из базы данных или созданного с помощью специализированной команды, зона молниезащиты автоматически строится по правилам нормативных документов.

Комплекс Model Studio CS Молниезащита позволяет нажатием одной кнопки формировать спецификации, экспликации, ведомости, расчеты, сохраняя их в наиболее востребованных форматах (MS Word, MS Excel, RTF), а также непосредственно на чертеже в AutoCAD/nanoCAD (DWG).

Табличные документы представляют собой отчеты по результатам расчета различных зон.

В итоге, имеется несколько вариантов решения задачи проектирования молниезащиты, «ручной» и «программный».

Программные комплексы в полном объеме реализуют разработанные алгоритмы и модели, позволяют проводить комплексную обработку, анализ и визуализацию данных, полученных в результате моделирования.

Список использованной литературы

- 1 Куликова, Е. А. (2017) Молниезащита подстанций: современные исследования и разработки, Белоруссия
- 2 Алимбаева Д. К. (2020) Гидрометеорология и экология, Алматы
- 3 Писаревский С. Ю. (2010) Моделирование и выбор оптимальных проектных решений в САПР средств молниезащиты промышленных объектов, Воронеж
- 4 Cooper, Mary Ann; Holle, Ronald L. (2019) Lightning Protection, Published in Hurricane Monitoring with Spaceborne Synthetic Aperture Radar in 2019
- 5 D. Rodriguez-Sanabria (2013) Lightning and Lightning Arrester Simulation in Electrical Power Distribution Systems
- 6 Syssoev A. A. (2020) Numerical Simulation of Stepping and Branching Processes in Negative Lightning Leaders
- 7 Кабышев А.В. (2006) Молниезащита электроустановок систем электроснабжения, Томск