выполнять расчеты для таких структур. Это модель, известная под именем FEM-BEM анализ. Для свободной поверхности полубесконечного кристалла решается система волновых уравнений и из этого решения формируется функция Грина, представляющая собой коэффициент пропорциональности между амплитудами смещений и механических напряжений на поверхности кристалла. Для данного кристалла и заданной пространственной ориентации в нем эта величина зависит только от скорости волны и вид этой зависимости содержит информацию о свойствах волны. Затем с применением этой функции Грина решается самосогласованная задача о распределении заряда вдоль повер-хностей произвольного количества произвольно расположенных электродов и о распределении акустического и электрического полей, создаваемых этими зарядами на поверхности кристалла. Распределение механических напряжений и смещений по площади поперечного сечения электродов рассчитывается с помощью метода конечных элементов (FEM анализ). Эта модель наиболее адекватна реальной структуре электродов и дает в качестве результата сразу амплитудно-частотную характеристику ВШП. Ее единственный недостаток – чрезвычайно высокие требования к ресурсам компьютера и как следствие – очень большое время вычислений.

Мы располагаем собственными вариантами программного обеспечения, реализующего расчеты обоими вышеупомянутыми методами вычислений.

Моделирование ретинального изображения

Чередник В.И., Треушников В.М.
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, odissey@sandy.ru
Научно-производственное предприятие “Репер-НН”, reper@reper.ru
Нижний Новгород, Россия

Основные усилия врачей-офтальмологов направлены на улучшение качества зрения пациента, ухудшившегося в результате того или иного нарушения оптической системы глаза. В частности, катаракта в настоящее время весьма успешно устраняется путем хирургической замены помутневшего естественного хрусталика искусственным. На сегодняшний день существует достаточно много конкретных конструкций искусственного хрусталика. Процессу изготовления каждого такого хрусталика предшествует его расчет в соответствии с законами оптики. По законам параксиальной оптики все лучи, вышедшие из одной точки источника, после прохождения оптической системы собираются также в одной точке, что обеспечивает получение идеального изображения без каких-либо искажений при условии надлежащей фокусировки. Но в любой реальной оптической системе изображение практически никогда не образуется параксиальными лучами, поэтому в реальных условиях всегда имеют место искажения оптического изображения. Сферическая аберрация, астигматизм, кома, дисторсия – все эти искажения обусловлены именно тем, что изображение образуется не параксиальными лучами. Полностью устранить все эти искажения практически невозможно, можно лишь пытаться в той или иной степени минимизировать их. Для этого необходимо иметь точную информацию о влиянии параметров оптической системы на качество даваемого ею изображения. При теоретическом рассмотрении качества изображения обычно исследуется функция рассеяния точки, т.е. функция, показывающая пространственное распределение энергии светового излучения, даваемое оптической системой в результате попадания на нее светового потока от точечного источника света. Чем ближе эта функция к дельта-функции, тем выше качество изображения.

Разработанное нами компьютерное программное обеспечение обеспечивает возможность трассировки нескольких десятков тысяч световых лучей от одного точечного источника через оптическую систему человеческого глаза и получение изображения, даваемого этой системой на сетчатке (ретине). Прохождение каждого луча через каждую преломляющую поверхность системы рассчитывается в точном соответствии с законами геометрической оптики без каких-либо упрощающих предположений, каждый моделирующий луч проходит через всю систему точно также, как проходил бы реальный луч в этих же условиях. В результате лучи образуют на сетчатке некоторое изображение точечного источника света, содержащее полную информацию обо всех искажениях этого изображения. Распределение плотности лучей по поверхности сетчатки в этом изображении представляет собой функцию рассеяние точки и дает представление о качестве изображения точки и, следовательно, о качестве изображения объекта в целом.

Но ничто не может дать более наглядного и информативного представления о качестве изображения всего объекта, чем полное изображение всего этого объекта. В компьютерной модели оптической системы глаза ретинальное изображение объекта получается при сложении изображений последовательно сканируемых точечных источников, из которых образован этот объект. Тест-объект представляет собой изображение на экране монитора, образуемое графическим файлом – набор символов, рисунок, фотография. В памяти компьютера содержится информация о параметрах каждой точки-пикселя этого изображения. Эта информация используется при

сложении лучей, пришедших в данную точку изображения на поверхности сетчатки от различных точек источника. В частности, результирующий цвет изображения точки образуется путем усреднения цветов всех этих лучей, зашифрованных в памяти компьютера в виде специальным образом сформированного кода. Получаемое цветное компьютерное изображение тест-объекта практически полностью тождественно реальному изображению соответствующего исходного объекта и качество этого изображения может быть оценено непосредственно визуально, а не косвенно с помощью функции распределения точки и ее Фурье-преобразования. Непосредственно можно наблюдать влияние на качество изображения всех параметров оптической системы – диаметра зрачка, формы и кривизны преломляющих поверхностей, дефокусировки, децентрирования и т.д. Весьма эффективно (и эффектно) может быть исследовано, в частности, изображение, даваемое бифокальным искусственным хрусталиком, в котором утраченная аккомодационная способность естественного хрусталика хотя бы частично компенсируется наличием двух фокусов, образуемых за счет радиальной неоднородности преломляющей силы хрусталика. Центральная часть линзы может быть более оптически плотной и давать резкое изображение ближних объектов, а периферийная оптически менее плотная часть будет при этом давать резкое изображение дальних объектов. Может быть и обратное соотношение оптических плотностей центральной и периферийной частей бифокальной линзы. Качественно понятно, что центральная часть линзы всегда будет давать изображение более высокого качества, чем периферийная часть, так как центральная часть меньшего диаметра менее подвержена искажениям из-за непараксиальности лучей. Поэтому линза с оптически менее плотным центром будет давать изображение дальних объектов более высокого качества, чем ближних, а линза с оптически более плотным центром – наоборот. Компьютерная модель ретинального изображения непосредственно и весьма наглядно это демонстрирует. Прекрасно видно также, что на резкое изображение объекта, даваемое одним фокусом линзы, накладывается мешающий фон расфокусированного изображения этого же объекта, даваемого другим фокусом.

Таким образом, имеющаяся в нашем распоряжении компьютерная модель оптической системы человеческого глаза дает возможность моделировать ретинальное изображение, практически не отличающееся от реального изображения на сетчатке, и предоставляет таким образом возможность полного и всестороннего исследования влияния на качество этого изображения всех характеристик оптической системы, в частности, параметров различных конструкций искусственных хрусталиков, широко применяемых в настоящее время в офтальмохирургии. Любая конструкция искусственного хрусталика может быть легко и быстро “имплантирована” в компьютерную модель оптической системы человеческого глаза и результат такой “имплантации” будет виден немедленно и наглядно, что дает возможность существенно повысить эффективность разработки новых конструкций искусственных хрусталиков и снизить риск ошибки при их конструировании.

Ценозы, золотое сечение и энергоснабжение в системах элетроснабжения

Южанников А.Ю.
Красноярский государственный технический университет,
г. Красноярск, Россия

По мере роста и усложнения промышленных предприятий актуальными становятся проблемы их построения и обеспечения функционирования. Например, электрическое хозяйство крупного предприятия можно охарактеризовать следующими цифрами: максимум нагрузки достигает сотен МВт; количество установленных двигателей - десятки тыс. шт., сотни силовых трансформаторов, тысячи низковольтных аппаратов, десятки тысяч километров проводов и кабелей. Подобные системы такой сложности рассматриваются в других направлениях науки как ценозы (биогеоценозы, техноценозы, бизнесценозы и т.д.).

Известно, что в 1877 г. при исследовании свойств отдельных особей и совокупностей живых организмов Клаус Фердинанд Мебиус ввел понятие «биоценоз». Термин «техноценоз» и ценологический подход к исследованию сложных технических систем предложены в 1974 г. Б. И. Кудриным, где техноценоз определяется как сообщество всех изделий, включающее все популяции; ограниченное в пространстве и времени; имеющее слабые связи и слабые взаимодействия элементов (изделий). Устойчивость системы обусловлена действием законов энергетического и информационного отборов по аналогии с живыми системами, где действует закон естественного отбора.

Законы развития техники, включающей отдельные элементы, и живой природы, состоящей из отдельных особей, имеют много общего. Гармония и идеальное распределение видов ценоза как системы, выполняющей свое функциональное назначение, подчиняются золотому сечению. Считается, что деление отрезка в среднем и крайнем отношении впервые было осуществлено 2500 лет назад Пифагором . Он показал, что отрезок единичной длины АВ можно разделить точкой С на две части так, что