

ВЕБ-РЕСУРС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ

Осуществляемая в настоящее время разработка веб-ресурса для численного моделирования и визуализации оптических интерференционных эффектов осуществляется в рамках дипломного проекта студента 5-го курса ФСК специальности «Веб-проектирование и компьютерный дизайн». Выбор физической (точнее – оптической) тематики сайта отображает интересы, с одной стороны, студента-выпускника, желающего максимально широко проявить свои компетенции не только в области веб-проектирования, но и численного моделирования физических явлений и процессов, и, с другой стороны, научного руководителя, имеющего научный задел в области оптики, в частности, теоретического описания систем с обратной связью на основе обращения волнового фронта лазерного излучения.

Явление обращения волнового фронта (ОВФ) лазерного излучения было открыто в начале 70-х гг. XX в. одновременно учеными США и СССР. Решающий вклад в это открытие внесли, в частности, белорусские ученые: лауреаты государственной премии СССР, сотрудники Института физики Академии наук БССР П.А. Апанасевич, А.С. Рубанов, Е.В. Ивакин. Изучение данного явления привело к развитию не только оптики, но и физики в целом. Работы по изучению ОВФ и его разнообразных приложений, вот уже около полувека проводимые международным научным сообществом, привели к более глубокому исследованию и пониманию широчайшего круга оптических явлений и к появлению большого числа новых научных и практических применений. В настоящее время ОВФ продолжает привлекать внимание исследователей. Это связано не только с его фундаментальным значением, но и пониманием того факта, что потенциал применений данного явления далеко не исчерпан. В частности, представляют интерес оптические эффекты, моделирование и визуализация которых осуществлялись при разработке данного веб-ресурса, а именно эффекты

усиления / ослабления поля за счет многолучевой интерференции в интерферометрах с одним или двумя ОВФ-зеркалами.

Необходимо отметить, что поведение сложных оптических систем определяется, как правило, действием нескольких (или даже многих) параметров, влияние которых зачастую разнонаправлено. В этой связи, для более глубокого понимания такого рода систем полезны ресурсы типа «виртуальной лаборатории», предоставляющие пользователям возможности математического моделирования, визуализации и интерактивности одновременно. Действительно, математическое моделирование процессов и явлений, по существу, дает возможность проводить компьютерные эксперименты в виртуальной лаборатории, что особенно важно в ситуациях, когда реальные эксперименты дороги, трудоемки или невозможны [3]. Визуализация, делающая результаты моделирования наглядными, улучшает понимание исследуемой системы, позволяет выявить характер влияния тех или иных параметров на ее состояние. Интерактивность, т.е. возможность изменять параметры системы и в реальном времени наблюдать соответствующие изменения в ее поведении, делает пользователя активным и творческим участником вычислительного эксперимента [5; 4]. Подобный ресурс может быть использован как в исследовательских, так и в образовательных целях, поэтому его можно также назвать «учебно-исследовательским» [4]. Отметим, что изучение явления ОВФ является необходимым компонентом подготовки специалистов-физиков в рамках курсов нелинейной оптики и лазерной физики (в т. ч. на физическом факультете БГУ), поэтому такой ресурс целесообразно разместить в вебе, тем самым сделав его доступным для студенческой и исследовательской аудитории.

На начальном этапе работы нами были проанализированы популярные обучающие веб-ресурсы, посвященные как физике в целом, так и отдельным физическим явлениям: электронный учебник физики physbook.ru, мультидисциплинарный учебник interneturok.ru, образовательные сайты interfizika.narod.ru и somit.ru, личный сайт П. Фальстада falstad.com и др. Заметим, что акцент делался на русскоязычных ресурсах с содержанием интерактивных физических моделей, и из анализа были заведомо исключены образовательные сайты широкого профиля (такие как intuit.ru), а также иноязычные ресурсы. Оказалось, что многие сайты, содержащие большие объемы текстовой и графической информации, по своим функциям и способам предоставления учебного материала мало отличаются от электронных версий справочников и учебных пособий. Они, по существу, дублируют функцию книг и не используют таких уникальных возможностей

современных информационных технологий, как наглядность и интерактивность. С учетом этого, разрабатываемый сайт должен предоставлять, в первую очередь, полноценные интерактивные модели исследуемых оптических систем (интерферометров), сопровождаемые доступом к справочной текстовой и математической информации. Он должен реализовать функционал «виртуальной лаборатории», сочетающий математическое описание рассматриваемых систем, интерактивное варьирование их физических параметров и оперативную визуализацию результатов численного моделирования. В содержание интерактивной модели входят многопараметрические математические выражения, вычисляемые на их основе двух- или трехмерные графики, схематичное изображение системы и набор управляющих элементов (бегунки, переключатели) для изменения ее ключевых параметров в режиме реального времени. Кроме того, веб-ресурс должен обладать следующим функционалом: адаптивный дизайн, возможность вставки видео, обратная связь, использование технологий социальных сетей.

Для реализации обсуждаемого функционала целесообразно использовать средства языка Javascript, возможности программной библиотеки WebGL и технологии ASP.NET. Разрабатываемый веб-ресурс построен по схеме клиент-сервер и основан на паттерне MVC, что означает структурное разделение пользовательского интерфейса, расчетов и представления данных. Для оптимизации аппаратных затрат на визуализацию и расчет данных численное моделирование разделено между клиентом и сервером. Серверный компонент создан на платформе ASP.NET MVC Framework [1], выбор которой обусловлен высокой скоростью работы и изначальной поддержкой паттерна MVC. Задачи серверной части – динамическая генерация страниц сайта на основе HTML-шаблонов, расчет данных для интерактивной модели и предоставление их клиенту, обработка запросов клиента. Клиентская часть создана средствами HTML, CSS и скриптового языка Javascript. Основные задачи клиентской части – визуализация пользовательского интерфейса и интерактивной физической модели, отправка запросов от интерфейса управления моделью. Двухмерные графики визуализируются средствами библиотеки Flot.js [2], основанной на библиотеке jQuery. Трехмерные графики и схемы основаны на технологии 3D-визуализации в браузере – WebGL [6]. Данная библиотека представляет собой альтернативу технологии Flash. Основными недостатками Flash являются плохая оптимизация, ориентация на ресурсы только центрального процессора без использования возможностей 3D-ускорителей, что приводит к большим затратам ресурсов. Работу Flash-приложения, как и всего браузера в

целом, замедляет также посредственный контроль ошибок работающих приложений. Кроме того, технология не поддерживается мобильными устройствами и продукцией Apple и, в отличие от WebGL, для своей работы требует установки специального плагина [7]. Для ускорения разработки трехмерные графики создаются с помощью библиотеки Plotly.js. Дизайн сайта создан средствами программного пакета Adobe Photoshop. Предварительное макетирование осуществлялось в программе Balsamiq Mockups.

На рисунках приведены примеры 2D- и 3D-визуализаций для двух интерактивных моделей: пространственное распределение поля в интерферометре (Рис. 1) и зависимости зеркальной и обращенной компонент отраженного интерферометром поля от коэффициентов отражения образующих его обычного и ОВФ-зеркал (Рис. 2).

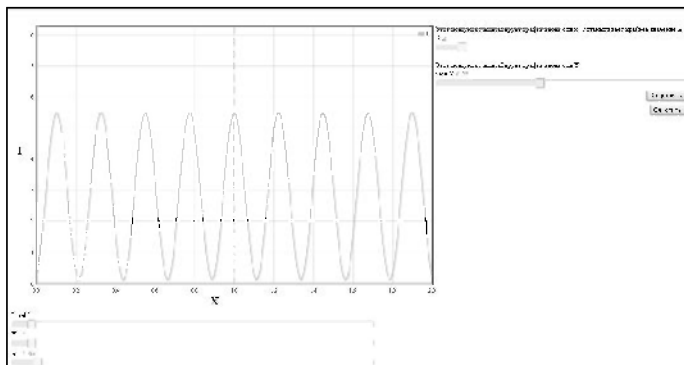


Рисунок 1 – Пример 2D-визуализации интерактивной модели

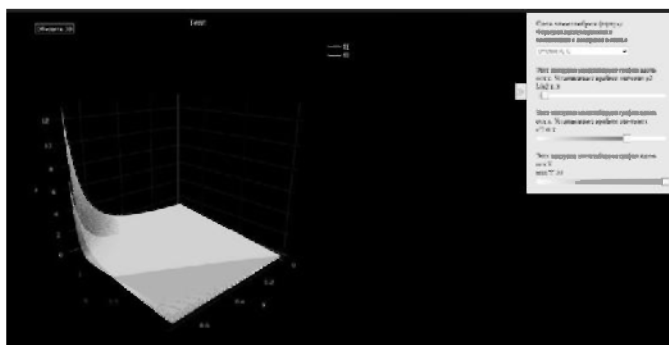


Рисунок 2 – Пример 3D-визуализации интерактивной модели

ЛИТЕРАТУРА

1. Библиотека Flot.js, техническая документация // Flot Reference, 2016. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/flot/flot/blob/master/API.md>. – Дата доступа: 13.05.2016.
2. Библиотека WebGL, спецификация // WebGL Specification, 2016. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.khronos.org/registry/webgl/specs/1.0/>. – Дата доступа: 13.05.2016.
3. Мартинович, В.А. Изучение физики в вузе с использованием информационных технологий: от первых шагов к комплексному подходу / В.А. Мартинович, М.Т. Колесникова, И.А. Хорунжий // Информатизация образования – 2010: педагогические аспекты создания информационно-образовательной среды: материалы Междунар. науч. конф., БГУ, Минск, 27-30 окт. 2010 г. – Минск: БГУ, 2010. – С. 336-339.
4. Мультимедийный учебный комплекс по атомной физике / Г.Ф. Стельмах [и др.] // Информатизация образования – 2014: педагогические аспекты создания виртуальной информационно-образовательной среды: материалы Междунар. науч. конф., БГУ, Минск, 22-25 окт. 2014 г. – Минск: БГУ, 2014. – С. 136-139.
5. Сергеев, С.И. Инновационный компонент информационной среды обучения: динамическая визуализация / С.И. Сергеев // Информатизация образования – 2010: педагогические аспекты создания информационно-образовательной среды: материалы Междунар. науч. конф., БГУ, Минск, 27-30 окт. 2010 г. – Минск: БГУ, 2010. – С. 447-451.
6. Фримен, А. ASP.NET MVC 5 с примерами на C# 5.0 для профессионалов: 5-е изд. / А. Фримен. – М.: «Вильямс», 2014. – 736 с.
7. Dunstan, J. Flash vs HTML5: Stage3D vs WebGL 2013. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jacksondunstan.com/articles/2289>. – Дата доступа: 02.05.2016.