

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИФРАКЦИИ НА ВИД ДИФРАКЦИОННОЙ КАРТИНЫ

Валерий Андреевич Райхерт

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, ст. преподаватель кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (913)959-15-44, e-mail: vreichert@yandex.ru

Сергей Леонидович Шергин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физики, тел. (953)862-97-88, e-mail: kaf.physic@ssga.ru

В среде табличного процессора MS Excel построена модель дифракции света на дифракционной решетке. По графикам распределения интенсивности дифракционной картины оценено влияние параметров дифракции на вид дифракционной картины.

Ключевые слова: компьютерная модель, дифракционная картина, визуальная демонстрация.

COMPUTER SIMULATION: INFLUENCE OF DIFFRACTION PARAMETERS ON THE KIND OF A DIFFRACTION PATTERN

Valery A. Raychert

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Senior Lecturer, Department of Special Devices, Innovation and Metrology, phone: (913)959-15-44, e-mail: vreichert@yandex.ru

Sergey L. Shergin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Physics, phone: (953)862-97-88, e-mail: kaf.physic@ssga.ru

In the environment of the MS Excel spreadsheet processor, a model of diffraction of light by a diffraction grating is constructed. The influence of the diffraction parameters on the type of the diffraction pattern is estimated from the intensity distribution graphs of the diffraction pattern.

Key words: computer model, diffraction pattern, visual demonstration.

Не вызывает сомнения, что натурные демонстрации на лекциях по естественнонаучным дисциплинам способствуют лучшему усвоению учебного материала. Но, вследствие ограниченных возможностей материальной базы университета и времени, отводимого на лекционные занятия, преподаватели вынуждены уменьшать число демонстрационных экспериментов, что в итоге влияет на качество усвоения учебного материала. Компьютерные технологии позволяют преподавателям создавать новые эффективные методики. В настоящее время

компьютерное моделирование широко применяется для демонстрации физических явлений на лекционных и лабораторных занятиях, например, виртуальные демонстрационные модели явлений волновой и геометрической оптики, созданные на языках программирования *Borland Pascal* [1, 2], *Java* [3] и др. или программный продукт *VirtualLab* [4]. Также используются цифровые измерительные комплексы на базе пакета *LabView* [5] или на базе программно-аппаратной платформы *Arduino* [6], способные работать с полученными в ходе проведения реального натурального физического эксперимента данными.

На кафедре физики СГУГиТ в процесс обучения уже второе десятилетие активно внедряются компьютерные технологии, разрабатываются и используются программные продукты, моделирующие различные физические явления [7], а также цифровые измерительные комплексы с программным обеспечением, позволяющие производить компьютерную обработку данных, полученных в ходе реализации натурального эксперимента [8].

В статье речь пойдет о модели явления дифракции света на дифракционной решетке, построенной в среде табличного процессора *MS Excel*, подробное описание которой приведено в статье [9]. Данное программное обеспечение выбрано исходя из следующих соображений:

- материальная доступность и распространенность;
- наличие базовых навыков у обучающихся, приобретенных в рамках школьной программы по таким дисциплинам, как «информатика»;
- открытость обработки данных и ее результатов к усовершенствованию и корректировке как разработчиков, так и пользователей (преподавателей и обучающихся);
- возможность использования при дистанционном обучении.

Разработанная компьютерная модель представлена в виде табличных данных и графиков распределения интенсивности дифрагированного излучения в двумерном пространстве. В отличие от физического оборудования, участвующего в натурном эксперименте по изучению явления дифракции, компьютерная модель позволяет задавать различные параметры дифракции в реальном масштабе времени и наблюдать за изменением вида дифракционной картины, происходящим при этом. Например, изменение длины волны дифрагированного излучения в компьютерной модели, в натурном эксперименте требует наличия нескольких разноволновых лазерных излучателей, а изменение количества щелей в компьютерной модели, требует комплекта дифракционных решеток с различным числом щелей.

Итак, для натурной демонстрации явления дифракции возьмем источник лазерного излучения 1, одномерную дифракционную решетку 2, фокусирующую линзу 3, экран 4, набор рейтеров 5, и соберем оптический стенд (рис. 1).

При генерации лазерного излучателя на экране будем наблюдать дифракционную картину.

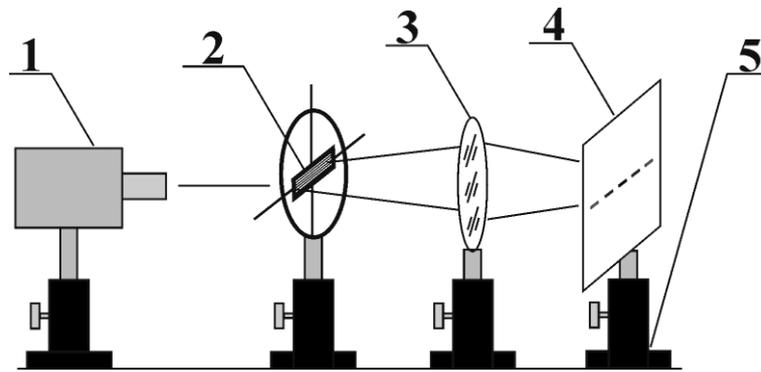


Рис. 1. Схема натурального оптического стенда по изучению явления дифракции

Параметры дифракции данного оптического стенда внесем в компьютерную модель среды табличного процессора *MS Excel*, и будем считать их базовыми (рис. 2).

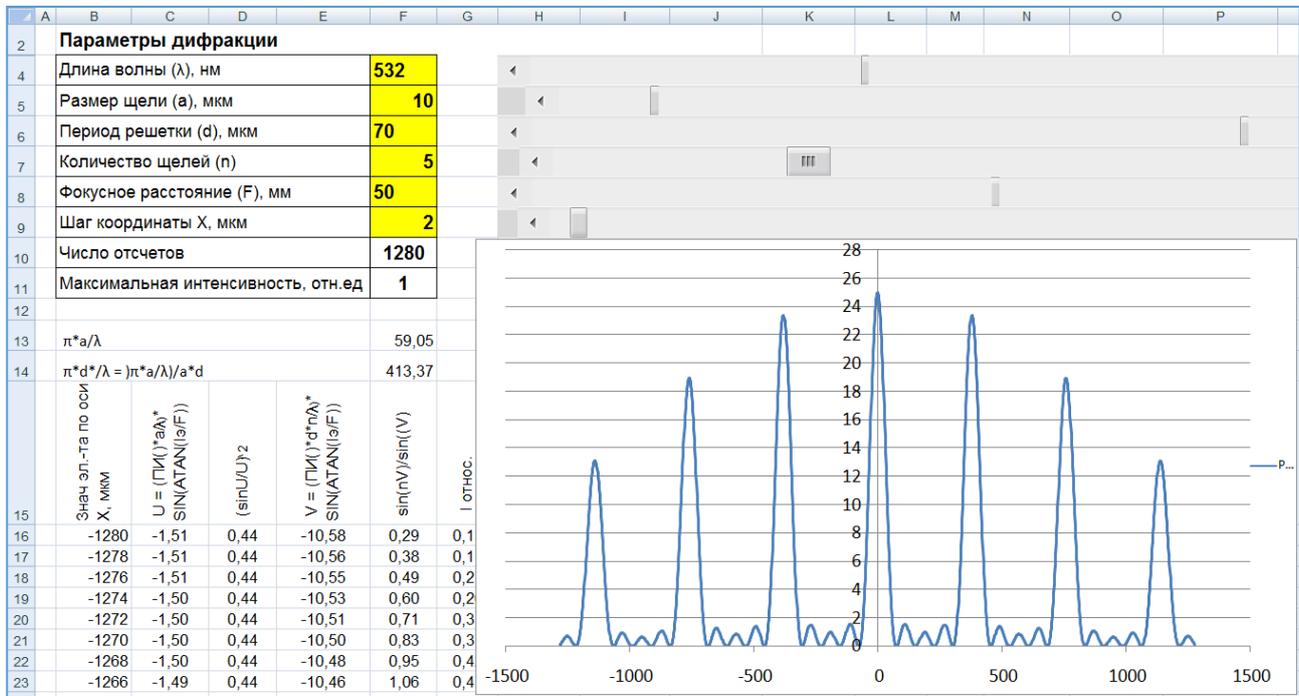


Рис. 2. Компьютерная модель дифракции с базовыми параметрами

На основе базовых параметров табличный процессор строит модель дифракционной картины в табличном и графическом видах. Соотнесем вид реальной и моделируемой базовой дифракционных картин. Далее в компьютерной модели каждый параметр дифракции будем увеличивать и наблюдать на графике качественное изменение вида дифракционной картины.

Ниже приведены примеры изменения некоторых параметров дифракции.

С увеличением длины волны излучения, по отношению к базовой, на графике наблюдаем увеличение расстояния между главными максимумами дифракционной картины (рис. 3).

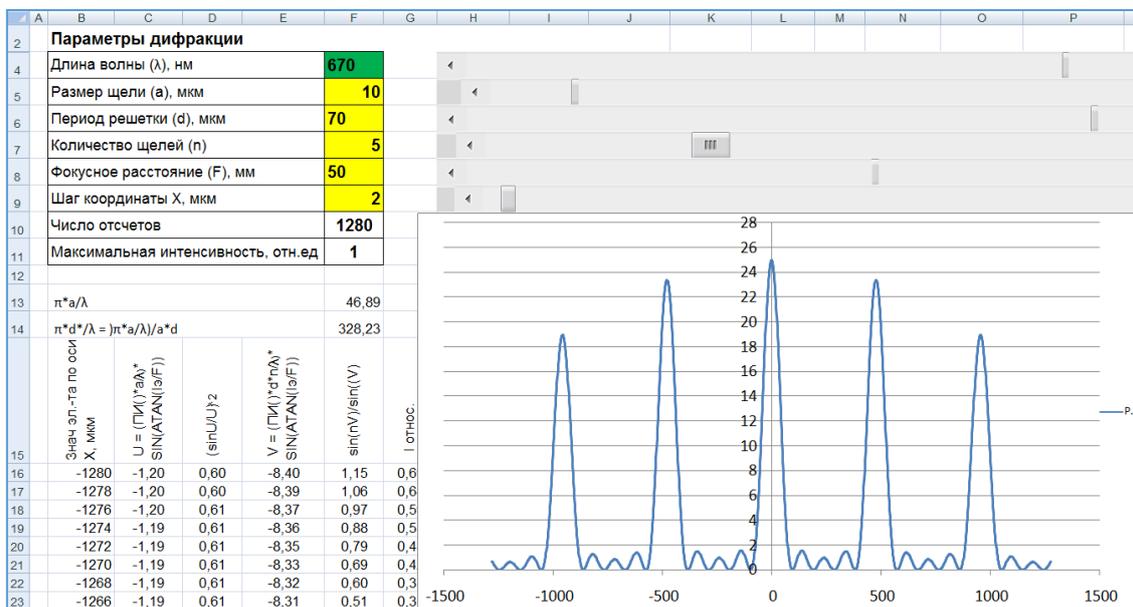


Рис. 3. Компьютерная модель дифракции с увеличенной длиной волны излучения по сравнению с базовой

С увеличением ширины щели по отношению к базовой, на графике наблюдаем уменьшение интенсивности главных максимумов, кроме центрального (рис. 4).

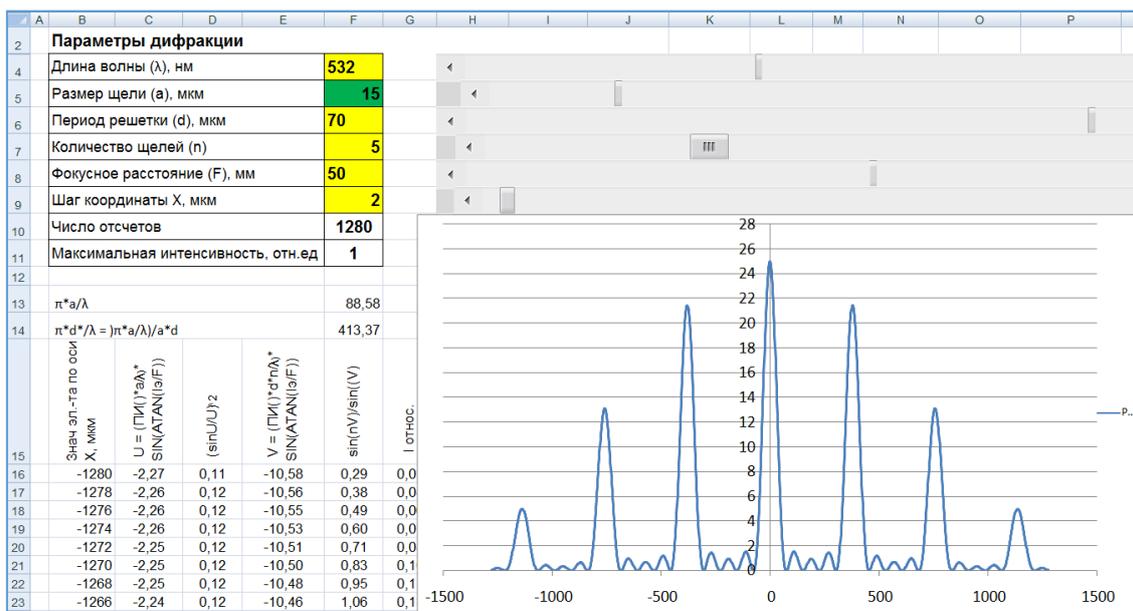


Рис. 4. Компьютерная модель дифракции с увеличенной шириной щели дифракционной решетки по сравнению с базовой

С увеличением количества щелей решетки, по отношению к базовой, на графике наблюдаем сужение главных дифракционных максимумов картины и увеличение их интенсивности, а также увеличение количества побочных максимумов (рис. 5).

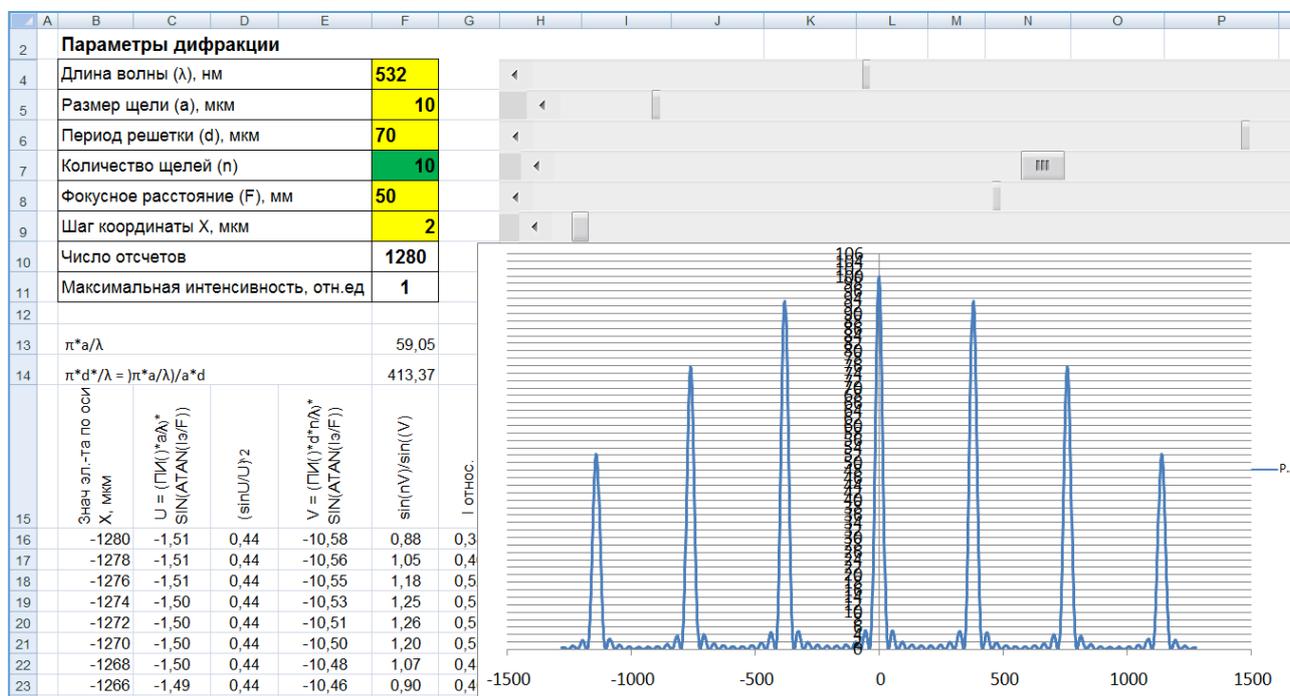


Рис. 5. Компьютерная модель дифракции с увеличенным количеством щелей дифракционной решетки по сравнению с базовым

Таким образом, обучающийся самостоятельно может изменять задаваемые параметры явления дифракции, наблюдать результат изменения дифракционной картины и тем самым визуально определять влияние задаваемых параметров на вид дифракционной картины. Аналогичные действия при осуществлении натурального эксперимента требуют значительных материальных и временных затрат.

Такой подход дает возможность обучающимся сопоставлять реальную (натурную) дифракционную картину с ее компьютерной моделью в виде графического представления распределения интенсивности света в пространстве. Использование компьютерных моделей повышает эффективность лекционных демонстраций, увеличивает интуитивное восприятие обучающимися учебного материала, а также повышает эффективность самостоятельной работы обучающихся.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилов О. Е. Демонстрация зависимости интерференционной картины от разности начальных фаз волн, испускаемых точечными источниками, с помощью компьютерной модели // Молодой ученый. – 2015. – № 6. – С. 12–15.

2. Данилов О. Е. Демонстрация зависимости распределения интенсивности интерферируемой волны вдоль прямой от расстояния между этой прямой и отрезком, соединяющим точечные источники когерентных волн, с помощью компьютерной модели // Молодой ученый. – 2014. – № 16. – С. 15–19.
3. Зинчик А. А., Стафеев С. К. Опыт создания и сетевого использования компьютерных демонстраций по волновой оптике // Компьютерные инструменты в образовании. – 2006. – № 3. – С. 59–62.
4. Музыченко Я. Б. Моделирование оптических явлений при помощи программного обеспечения *VirtualLab* // Компьютерные инструменты в образовании. – 2010. – № 3. – С. 45–52.
5. Казарин П. В., Полуштайцев Ю. В., Услугин Н. Ф. Лекционные опыты по демонстрации дифракции света в системе университетского физического образования // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2017. – № 3 (47). – С. 143–147.
6. Колосков С. Ю., Старовиков М. И., Старовикова И. В. Использование цифрового измерительного комплекса на базе платформы Arduino в лабораторном практикуме по физике // Открытое и дистанционное образование. – 2017. – № 1 (65). – С. 51–57.
7. Тюшев А. Н. Физика. Механика. Электричество. Магнетизм. Колебания (виртуальный физический практикум) : сб. описаний лабораторных работ. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – 81 с.
8. Корнеев В. С., Батомункуев Ю. Ц., Райхерт В. А. Волновая оптика : метод. указ. по выполнению лабораторных работ по разделу физики «Волновая оптика». – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – 42 с.
9. Корнеев В. С., Райхерт В. А., Михайлова Д. С. Компьютерная обработка в учебных целях изображений интерференционных и дифракционных картин, получаемых видеокамерами // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2018. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2018» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 2. – С. 118–125.

© В. А. Райхерт, С. Л. Шергин, 2020