

УДК 514.114+УДК 372.851

***ТРЕХМЕРНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ПЛАТФОРМЕ
NOMOTEX***

Димитриенко Ю.И.

д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой

*Московский государственный технический университет имени Н. Э.
Баумана,*

Москва, Россия

Зубарев К.М.

ассистент кафедры

*Московский государственный технический университет имени Н. Э.
Баумана,*

Москва, Россия

Сборщиков С.В.

Научный сотрудник

*Московский государственный технический университет имени Н. Э.
Баумана,*

Москва, Россия

Иванова Т.Л.

ассистент кафедры

*Московский государственный технический университет имени Н. Э.
Баумана,*

Москва, Россия

Аннотация. В этой работе рассматриваются визуализации поверхностей второго порядка. Приводятся математические и инженерные примеры, созданные для использования в аудиторном образовании в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Все визуализации, рассматриваемые в данной работе реализованы на платформе Nomotex. В статье анализируется применение созданных

визуализация для инженеров различных специальностей. В работе приводятся визуализации следующих поверхностей: гиперболический параболоид, однополостный параболоид, в качестве инженерных примеров рассматривается корпус ракетного двигателя и зеркало радаростанции. Рассматриваемые математические и инженерные примеры реализованы с помощью средств языка Python.

Ключевые слова: поверхности второго порядка, математические визуализации, метод сечений, аналитическая геометрия.

THREE-DIMENSIONAL SURFACE REPRESENTATIONS ON THE NOMOTEX PLATFORM

Dimitrienko Yu. I.

*doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, head of the department
Bauman Moscow state technical University,
Moscow, Russia*

Zubarev K. M.

*Assistant
Bauman Moscow state technical University,
Moscow, Russia*

Sborschikov S. V.

*Scientific member
Bauman Moscow state technical University,
Moscow, Russia*

Ivanova T.L.

*Assistant
Bauman Moscow state technical University,
Moscow, Russia*

Abstract. In this paper, second-order surface visualizations are considered. Mathematical and engineering examples created for use in classroom education at Bauman Moscow State Technical University. All visualizations considered in this work are implemented on the Nomotex platform. The article analyzes the application of created visualization for engineers of various specialties. Visualizations of the following surfaces are given in the work: a hyperbolic paraboloid, a single-cavity paraboloid, the rocket engine case and a mirror of a radar radar are considered as engineering examples. The considered mathematical and engineering examples are implemented using Phyton language tools.

Key words: second-order surfaces, mathematical visualizations, section method, analytical geometry.

Введение

Курс «Аналитическая геометрия» изучается практически во всех технических университетах и во всех классических университетах. Дисциплина обычно изучается в 1-м семестре 1-го курса.

Аналитическая геометрия построена на геометрических понятиях, что позволяет создать большой объем компьютерной визуализации по данной дисциплине.

Для освоения курса не требуются знания из других дисциплин, изучаемых в вузе, что позволило существенно доработать её для реализации на платформе Nomotex.

Поверхности второго порядка – это один из разделов Аналитической геометрии. Этот раздел посвящен поверхностям, которые задаются следующим уравнением:

$$a_{11}x^2 + a_{22}y^2 + a_{33}z^2 + 2a_{12}xy + 2a_{13}xz + 2a_{23}yz + \\ + 2b_1x + 2b_2y + 2b_3z + c = 0,$$

$$a_{11}^2 + a_{22}^2 + a_{33}^2 + a_{12}^2 + a_{13}^2 + a_{23}^2 \neq 0$$

Визуализации, которые будут рассмотрены в этой статье, созданы на базе информационно образовательной среды Nomotex, которая используется для математической подготовки инженеров в Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана на кафедре «Вычислительная математика и математическая физика». Среда Nomotex создана для аудиторного обучения инженеров и по сути представляет собой базу знаний по всем математическим дисциплинам. Для каждого математического понятия создана уникальная визуализация, которая позволяет лучше усвоить суть того или иного понятия. Вся база знаний и коллекция визуализации доступна студентам для пользования вне помещений университета. ИОС Nomotex также применяется для проведения контрольных мероприятий и сдачи домашних заданий.

Инженерные примеры демонстрируют возможность практического применения того или иного математического понятия.

Визуализации поверхностей второго порядка.

На платформе Nomotex созданы компьютерные визуализации 17 основных типов поверхностей второго порядка, каждый пример является динамичной трехмерной визуализацией, некоторые примеры дополнены анимацией. Для каждой из поверхностей проиллюстрированы свойства и характерные особенности. С помощью подобных примеров стало возможным более наглядно демонстрировать метод сечений, который представляет собой последовательное сечение поверхности плоскостями параллельными координатным, и в анализе кривых, получаемых в этих сечениях.

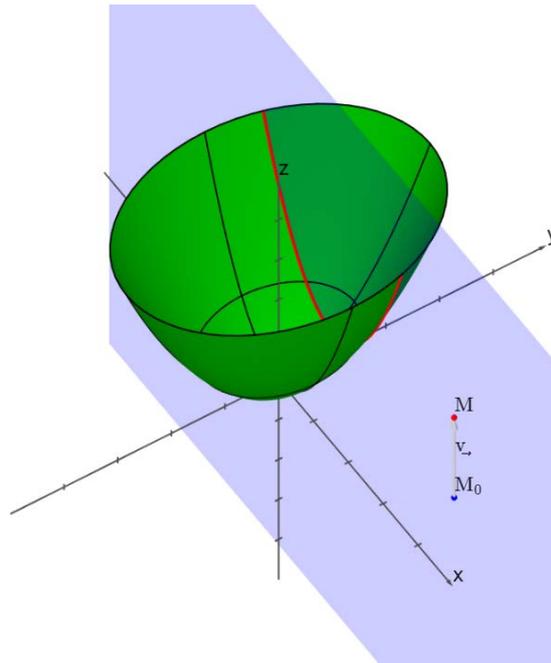


Рис. 1. Сечение эллиптического параболоида плоскостью параллельной плоскости Oxz .

На рисунке 1 представлено сечение эллиптического параболоида. Секущую плоскость можно задавать произвольным образом передвигая в пространстве точку и вектор, принадлежащие секущей плоскости. На данном рисунке изображено сечение плоскостью параллельной координатной плоскости Oxz , красным цветом выделена кривая, получаемая в этом сечении – парабола.

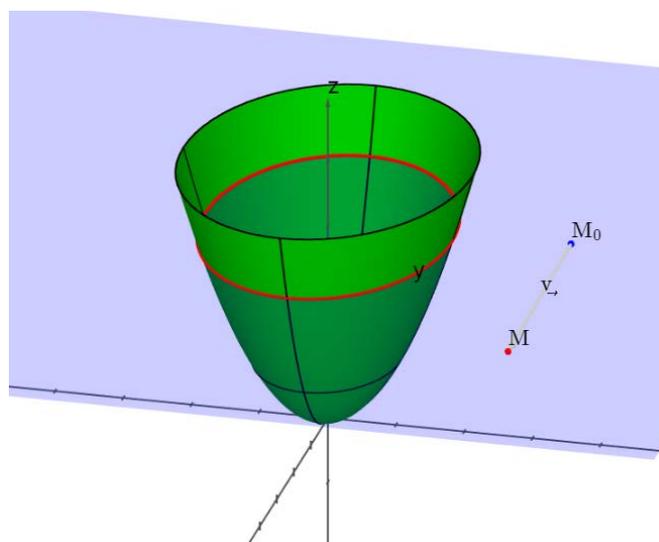


Рис. 2. Сечение эллиптического параболоида плоскостью параллельной плоскости Oxy .

На рисунке 2 изображено сечение того же эллиптического параболоида другой плоскостью, параллельной плоскости Oxy . На изображение подобных сечений преподаватель тратит от 5 до 7 минут на одну поверхность, использование платформы Nomotex в данном случае экономит время преподавателя.

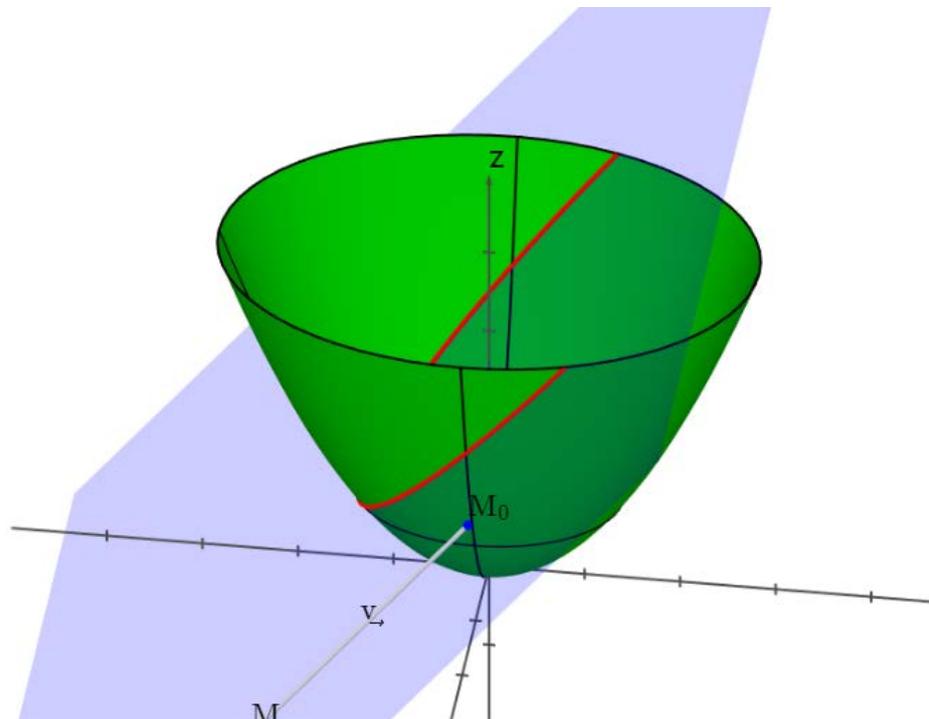


Рис 3. Сечение эллиптического параболоида

На рисунке 3 изображено сечение того же параболоида только уже произвольной плоскостью, в традиционном курсе подобные сечения не рассматриваются.

Инженерные примеры по теме поверхности второго порядка.

Инженерные примеры созданы для демонстрации практической значимости поверхностей второго порядка.

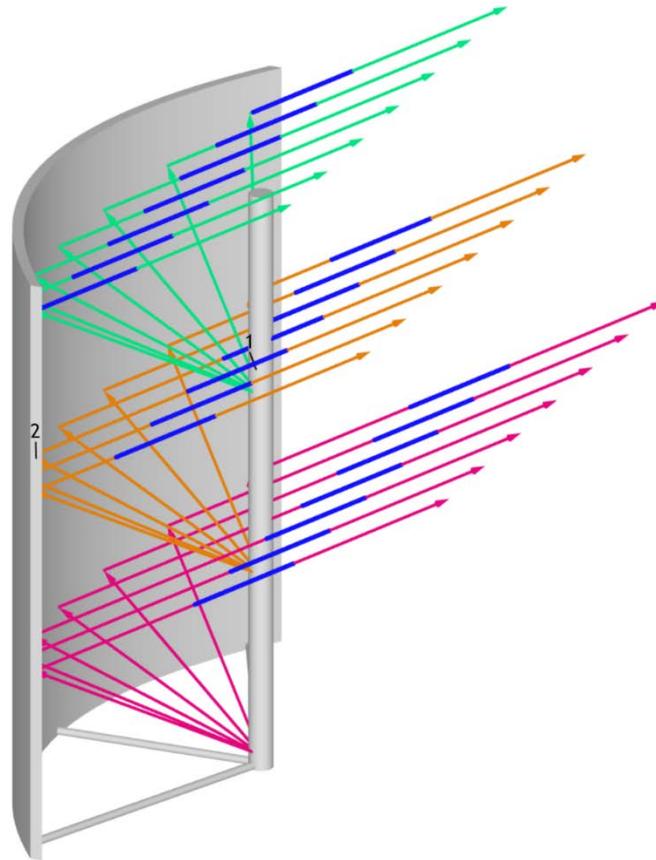


Рис. 5. Зеркало для радиолокатора

На рисунке 5 изображено зеркало в форме параболического цилиндра для радиолокатора. Оно состоит из облучателя с линейной фазированной антенной решёткой (ФАР) (1) и зеркала в форме сектора параболического цилиндра. Линейная ФАР генерирует волны со сдвигом фазы (задержкой времени импульса сигнала) для разных участков облучателя. В результате от линейного (цилиндрического) облучателя расходится головная волна в форме близкой к конусу. Лучи падающей от облучателя головной волны направлены по нормали к боковой поверхности конуса. Вследствие оптического свойства параболы, зеркало в форме параболического цилиндра преобразует падающую коническую волну в плоскую отражённую волну. Плоскость головной отражённой волны ориентирована по нормали к отражённым лучам, которые наклонены под углом Θ к оси Ox параболы. У пользователей есть

возможность посмотреть анимацию хода лучей, а также есть возможность изменять угол наклона волны. Данный инженерный пример будет интересен студентам радиотехнических специальностей.

Выводы

В данной статье были рассмотрены компьютерные визуализации поверхностей второго порядка, были приведены математические и инженерные примеры. В результате использования подобных примеров студенты смогли лучше изучить и понять данную тему.

В дальнейшем планируется создание инженерных примеров, которые иллюстрировали бы практическое применение в различных областях.

Библиографический список

1. Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А. Новая научно-методическая модель математической подготовки инженеров/ Ю.И. Димитриенко, Е.А. Губарева // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 11. – С. 5-10.

2. Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А., Сборщиков С.В. Визуализация тензорных полей на основе геометрического представления тензоров/ Ю.И. Димитриенко, Е.А. Губарева, С.В. Сборщиков // Научная визуализация. – 2018. – 10. – № 2. – С. 95 – 111.

3. Всероссийский семинар «Новые цифровые технологии для математической подготовки инженерных кадров» [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://www.bmstu.ru/mstu/news/news.html?newsid=4556> (дата обращения: 15.10.2019).

4. Анисова Т.Л. Принципы методики обучения математике, направленной на повышение математической компетентности бакалавров/ Т.Л. Анисова // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 1. Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

[Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL <http://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=27326> (дата обращения: 15.10.2018).

5. Китова Е.Т., Скибицкий Э.Г. Информационно-образовательная среда вуза – инструментарий повышения уровня подготовки студентов/ Е.Т. Китова, Э.Г. Скибицкий // Инновации в образовании. – 2016. –№ 10. –С. 116–125.

6. Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А., Облакова Т.В., Прозоровский А.А. Применение цифровой образовательной среды NOMOTEX для обучения инженеров по курсу «Аналитическая геометрия» / Ю.И. Димитриенко, Е.А. Губарева, Т.В. Облакова, А.А. Прозоровский //Дневник науки. –2018. – №10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: http://www.dnevniknauki.ru/images/publications/2018/10/pedagogics/Dimitrienko_Gubareva_Oblakova_Prozorovsky.pdf (дата обращения: 07.11.2019).

7. Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А., Гордин М.П. Новая методика преподавания курса «Математический анализ» в цифровой среде «NOMOTEX» для инженеров / Ю.И. Димитриенко, Е.А. Губарева, М.П. Гордин // Инновационное развитие. – 2018. –№8 – С.8-11.

8. Анисова Т.Л., Корешкова Т.А. Организация аудиторной контролируемой самостоятельной работы студентов по математическому анализу в техническом вузе/ Т.Л. Анисова, Т.А. Корешкова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19134> (дата обращения: 15.10.2019).

9. Анисова Т.Л., Облакова Т.В. Оценка уровней достижения математических компетенций бакалавров-инженеров / Т.Л. Анисова, Т.В.

Облакова // Математический вестник педвузов и университетов ВолгоВятского региона. – 2016. –18. –С.136-142.

10. Информационно-образовательный проект «Открытый Политех». [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://open.spbstu.ru/> (дата обращения: 07.11.2019).

11. Национальная платформа открытого образования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://openedu.ru/> (дата обращения: 07.11.2019).

12. Coursera –образовательная платформа. [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://www.coursera.org/> (дата обращения: 07.11.2019).

13. Образовательная платформа «Открытый МГТУ». [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://open.bmstu.ru/> (дата обращения: 07.11.2019).

14. Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А., Зубарев К.М., Кудрявцева С.С. Методическое обеспечение курса повышения квалификации преподавателей по разработке онлайн курсов в МГТУ им. Н.Э. Баумана //Дневник науки. - 2018. - № 11.

Оригинальность 89%