

ЭВРИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ОСНОВАМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ТОПОЛОГИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА В ВУЗЕ

Русаков Александр Александрович,
доктор педагогических наук, профессор
e-mail: vmkafedra@yandex.ru

МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, РФ
Черкасова Владлена Владиславовна,

старший преподаватель
e-mail: cher_vl@mail.ru

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет», г. Орёл, РФ

Рассмотрение вопросов, связанных с дифференциальной геометрией и топологией, как отдельной учебной дисциплины игнорируется. Большинство образовательных программ и учебных планов по прикладной математике и информатике в высшей школе изучают теорию кривых и поверхностей, как дополнительные разделы в рамках математического анализа или геометрии. Гладкие многообразия, общая топология и тензорный анализ не рассматриваются. Однако знание основ дифференциальной геометрии и топологии способствует повышению профессиональной компетентности выпускников в области прикладной математики и информатики. Компьютерная графика, математическое моделирование, разработка мобильных приложений, робототехника, компьютерная геометрия, разработка приложений виртуальной и дополненной реальности требует понимания дифференциальной геометрии кривых на плоскости и в пространстве и теории поверхностей.

Использование эвристических технологий в образовательном процессе позволяет во многом повысить эффективность освоения содержания основных разделов дифференциальной геометрии, а также способствует интеграции, полученных знаний для дальнейшего применения при разработке математических моделей различных реальных объектов и впоследствии их алгоритмической и программной реализации.

К основным содержательным компонентам теории кривых и поверхностей относятся: способы задания кривых и поверхностей в пространстве, касательная прямая и соприкасающаяся плоскость, введение натурального параметра кривой, сопровождающий трехгранник кривой, криволинейные система координат и формулы перехода, первая и вторая квадратичные формы поверхностей, инварианты кривых и поверхностей.

Использование классических форм и методов обучения не всегда является эффективным, поскольку изучение математических дисциплин вызывает большие затруднения у обучающихся по направлению

подготовки математика и информатика. Причиной этих затруднений является недостаточно высокий уровень математической подготовки, полученный обучающимися ранее на других ступенях обучения, а также отсутствие четкого представления о возможностях применения полученных математических знаний в будущей профессиональной деятельности.

Первоначальная диагностика уровня развития личностных качеств обучающихся, которые необходимы для осуществления тех видов деятельности, к которым готовит будущего выпускника образовательная программа по прикладной математике и информатике, а также фиксация основных математических понятий и объектов, необходимых для дальнейшего изучения предмета предполагает проведения первого занятия в форме круглого стола.

Такая форма организации учебного занятия позволит преподавателю выявить уровень знаний по математическому анализу, аналитической геометрии, линейной алгебре, и в случае необходимости скорректировать содержание курса с целью восполнить пробелы в знаниях. Основной тематикой круглого стола являются способы задания кривых и поверхностей в пространстве. Пониманию этой темы будет способствовать предварительное рассмотрение таких вопросов: аффинная и прямоугольная декартова системы координат, аффинные преобразования в пространстве, евклидово пространство, понятие вектора, преобразование векторов, алгебра матриц, матрицы преобразований в евклидовом пространстве, понятие непрерывной функции одного или нескольких аргументов, график функции, криволинейные системы координат, параметрические уравнения прямой, плоскости, кривой и поверхности, способы визуализации построений и автоматизации расчетов в системах компьютерной математики.

В конце учебного занятия у каждого студента будет сформирован конспект, содержащий определения основных понятий и формул, которые необходимы для понимания способов задания кривых и поверхностей, установлены четкие междисциплинарные связи между ранее изученными разделами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, автоматизированных систем научной визуализации данных. Использование автоматизированных систем компьютерной математики в рамках данного круглого стола будет ключевым, поскольку непосредственно свяжет теоретические математические знания с программной реализацией, что отражает специфику профессиональной подготовки обучающихся по направлению подготовки Прикладная математика и информатика.

Практические занятия по данной учебной дисциплине организуются в форме реализации очных проектов, для разработки которых обучающиеся разбиваются на группы по 2-3 человека. Одним из примеров

такого практикума в форме научно-исследовательского проекта может быть такой: разработать математическую и компьютерную модель качения шара вдоль пространственной кривой на минимальной поверхности.

Для реализации такого проекта можно использовать различные цифровые инструменты. В статье [2] было реализовано качение шара по поверхности с использованием системы компьютерной математики Maple. Была создана библиотека пользовательских процедур, содержащая набор функций, позволяющих построить поверхность качения, подобрать параметры для кривой, вдоль которой осуществляется движение, визуализировать саму сферу и реализовать анимацию, отображающую это движение.

Реализация такого лабораторного практикума обучающимися характеризуется мультидисциплинарностью, поскольку требует актуализации знаний по математическому анализу, аналитической геометрии, системам научной визуализации данных.

Условно реализацию данного проекта обучающимися можно разбить на несколько этапов:

1. Сбор и анализ теоретического материала по вопросам связанным с понятием минимальных поверхностей: определение, свойства, характеристики и примеры параметризации.

2. Геометрические особенности задания вращения, как композиции двух ортогональных преобразований: параллельного переноса и поворота относительно некоторой оси вращения.

3. Разработка математической модели – основные математические формулы, позволяющие построить поверхность качения, пространственную кривую, единичную сферу.

4. Выбор способов реализации динамики и движения – качение реализуется как последовательная анимация конечного числа изображений.

5. Выбор программного обеспечения для реализации разработанной математической модели – оценка необходимых требований к программному обеспечению.

6. Реализация основного кадра анимации, содержащего поверхность качения, кривую на поверхности, единичную сферу в начальном положении.

7. Подбор оптимальных параметров визуализации качения по скорости, цвету и расположению.

8. Анализ полученной модели с точки зрения соответствия поставленной задачи и возможности модификации в дальнейшем, а также использования как некоторого составного элемента в других ситуациях.

Использование цифровых инструментов позволит не только визуализировать основные объекты и реализовать движение, но и проверить правильность расчетов в формулах по нахождению скалярного

и векторного произведений, результаты работы с матрицами при параллельном переносе и вращении.

В работе [1] рассматривались возможности применения системы компьютерной математики Maple при изучении элементов дифференциальной геометрии, как отдельного предмета, так и в качестве дополнительных глав математического анализа.

Таким образом, реализация интерактивной формы обучения при изучении содержательных компонент раздела дифференциальной геометрии, связанного теорией кривых и поверхностей, реализовать все стадии технологии эвристического обучения по А.В. Хуторскому [3]:

1. В рамках совместной деятельности диагностировать уровень развития личностных качеств обучающихся, которые необходимы для осуществления научно-исследовательского, проектного и организационно-управленческого типов деятельности, на которые ориентированы основная образовательная программа и учебный план по направлению подготовки Прикладная математика и информатика.

2. Фиксирование обучающимися основных объектов, рассматриваемых в дифференциальной геометрии, с использованием возможностей систем компьютерной математики по средством создания пользовательских библиотек и программного обеспечения.

3. Формирование личного отношения к данной образовательной области, самоопределение по отношению к проблемам и фундаментальным образовательным объектам дифференциальной геометрии, а также возможности дальнейшего приложения в будущей профессиональной деятельности программистов.

4. Планирование каждым участником группы индивидуальной учебной деятельности, что способствует построению индивидуальной образовательной траектории в рамках курса для каждого.

5. Возможность работы как индивидуально, так и в коллективе.

6. Демонстрация готовых проектов, а также коллективное обсуждение разработанной математической модели, инструментов компьютерной реализации.

7. Рефлексивно-оценочная стадия позволяет выявить индивидуально усвоенные виды деятельности, уровень внутренних изменений, способы образования и усвоенные им области.

Применений эвристических технологий в обучении будущих программистов основам дифференциальной геометрии способствуют и формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций, что является ключевым требованием в подготовке бакалавров прикладной математики и информатики.

Литература

1. Русаков А.А. Особенности методики преподавания связностей в терминах криволинейного мультипликативного интеграла с использованием возможностей системы компьютерной математики Maple. / А.А. Русаков, В.В. Черкасова // Педагогическая информатика. – Вып. 3. – 2021. – С. 86-95.

2. Черкасова В.В. Динамическая визуализация качения шара по поверхности средствами системы компьютерной математики Maple. /В.В.Черкасова // Материалы XIII международной конференции «Системы компьютерной математики и их приложения». – Смоленск : СГУ, 2012. – С.60-62.

3. Хуторский А.В. Эвристическое обучение: теория, методология, практика. Научное издание. / А.В.Хуторский. – Москва : Международная педагогическая академия, 1998. – 266 с.