



МЕТОД ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СФЕРИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ: ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ИНТЕРАКТИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Нургельдиев Сохбет

Преподаватель учебного отделения специализированного Военно-морского училища Министерства обороны Туркменистана

Аннотация

Данная статья рассматривает специфику и методические подходы к организации дистанционного обучения (ДО) курсу **сферической геометрии** (СГ). Поскольку СГ оперирует пространственными и неевклидовыми понятиями (например, большой круг, сферический треугольник, кратчайшее расстояние — ортодромия), ее эффективное преподавание в удаленном формате требует особого внимания к визуализации и интерактивности. В работе анализируются ключевые цифровые инструменты (например, GeoGebra, виртуальные лаборатории), обеспечивающие наглядность и практическое закрепление теоретического материала. Обосновывается необходимость проектно-коммуникативных методов для оценки знаний и развития пространственного мышления студентов.

Ключевые слова: сферическая геометрия, дистанционное обучение, визуализация, GeoGebra, интерактивные модели, проекты, пространственное мышление.

Введение

Сферическая геометрия традиционно является сложной для восприятия дисциплиной, поскольку ее постулаты (например, что сумма углов треугольника больше 180°) противоречат интуиции, основанной на евклидовой плоскости. В условиях дистанционного обучения (ДО) эта сложность усугубляется отсутствием непосредственного контакта с преподавателем и физических учебных моделей.

Поэтому метод дистанционного обучения СГ должен быть ориентирован на максимальное преодоление этих визуальных и интерактивных барьеров. Цель — трансформировать абстрактные математические формулы и определения в осязательные, динамически изменяемые трехмерные модели, что невозможно в рамках традиционного формата.

Методические Основы Визуализации

Ключевой метод преподавания сферической геометрии (СГ) в условиях дистанционного обучения (ДО) — это усиленная, многоуровневая и динамическая визуализация. Она служит дидактическим мостом между абстрактными неевклидовыми концепциями и пространственным воображением студента, компенсируя отсутствие физических глобусов и моделей.

1. Использование Больших Кругов и Сферических Треугольников

Центральное понятие сферической геометрии — большой круг (ортодромия), который является аналогом прямой в евклидовой геометрии и определяет кратчайшее расстояние между двумя точками на сфере. Критическая задача ДО — разрушить интуитивное, но неверное представление студента о том, что кратчайший путь на сфере — это дуга малого круга.

Для его демонстрации необходимо использовать интерактивные программы (например, GeoGebra 3D), которые позволяют студенту самостоятельно изменять положение двух точек-антиподов на сфере и мгновенно видеть уникальный большой круг (или, в случае антиподов, бесконечное множество больших кругов) и соответствующую кратчайшую дугу между ними.

Целенаправленное манипулирование этими моделями активно развивает пространственное воображение, закрепляет понимание неевклидовой метрики и формирует базовое представление об ортодромических (геодезических) линиях. Это фундаментальный шаг перед переходом к сферической тригонометрии.

2. Динамическое Моделирование Сферических Фигур

Изучение сферических треугольников и формул Непера (например, для прямоугольных треугольников) требует использования динамических моделей. Статичный чертеж не способен показать взаимосвязь элементов на сфере.

Динамические модели дают возможность учащемуся изменять величину углов или сторон сферического треугольника и немедленно наблюдать, как это влияет на остальные элементы и, что наиболее важно, на сумму углов $\Sigma\alpha$. Это критически важно для осязаемого доказательства того, что сумма углов треугольника на сфере всегда больше 180° , и для интуитивного понимания концепции сферического избытка ($E = \Sigma\alpha - 180^\circ$).

Дидактическая ценность заключается в том, что студент экспериментально обнаруживает, что площадь сферического треугольника S пропорциональна его сферическому избытку ($S = E R^2$), что является ключевым отличием от евклидовой геометрии. Это самостоятельное открытие способствует более глубокому усвоению материала.

3. Мультимедийные Ресурсы и Аналогии

Поддержка самостоятельной работы требует создания коротких (оптимально 5-10 минут), качественных видеоуроков, скринкастов и анимированных объяснений. В этих материалах сложные доказательства или вывод формул должны быть представлены пошагово и визуально.

Метод аналогий: Для преодоления абстрактности СГ необходимо активно использовать прикладные аналогии. Классические примеры: навигационная геометрия (маршруты самолетов и кораблей), астрономия (построение небесной сферы и системы координат) или картография (проекции и искажения). Визуальное сопоставление расчетов с реальными геоданными усиливает практическую значимость и мотивацию студента.

Эти мультимедийные ресурсы не заменяют синхронное обучение, а служат опорным материалом, позволяя студентам многократно просматривать самые сложные моменты в удобное для них время, оптимизируя таким образом процесс саморегуляции в ДО.

Цифровые Инструменты Интерактивного Обучения

Эффективность дистанционного обучения сферической геометрии (ДО СГ) напрямую зависит от стратегического выбора и грамотного использования программного обеспечения, которое должно компенсировать отсутствие физической модели и обеспечивать трехмерную интерактивность и самостоятельное исследование.

GeoGebra (3D): Фундаментальный Инструмент Динамической Геометрии

GeoGebra является фундаментальным, многофункциональным и бесплатным инструментом, сочетающим геометрию, алгебру, таблицы и математический анализ. В режиме 3D-графики он становится незаменимым для СГ. Он позволяет студентам самостоятельно и визуально строить сферы, наносить на их поверхность точки по заданным координатам, проводить большие и малые круги, а также измерять сферические углы и площадь сферических многоугольников.

Дидактическая ценность GeoGebra заключается в возможности вращения модели в пространстве, что полностью имитирует работу с физическим глобусом и заменяет статичные, двумерные и часто искаженные традиционные чертежи. Ключевая особенность — динамическое изменение параметров (например, координат точек) и мгновенное отображение изменения расстояния (ортодромии) и углов, что способствует интуитивному пониманию неевклидовых свойств.

Виртуальные Лаборатории и Специализированные Симуляторы

Узкоспециализированные симуляторы и виртуальные лаборатории играют роль прикладного моста между абстрактной теорией и практикой. Их использование, например, для астрономической или навигационной геометрии, позволяет перевести абстрактные математические задачи в конкретную, практическую плоскость.

Студенты могут виртуально вычислять координаты звезд на небесной сфере, моделировать прокладку кратчайших маршрутов самолетов между континентами или расчет азимутов, непосредственно применяя формулы сферической тригонометрии (например, косинусов и синусов для сторон и углов) к реалистичным геоданным.

Преимущество этих инструментов — повышение мотивации за счет демонстрации практической значимости СГ в таких областях, как геодезия, картография и космические технологии. Примером могут служить онлайн-инструменты для построения гномонических проекций.

Системы Управления Обучением (LMS): Структура и Оценка

Системы Управления Обучением (LMS) — платформы типа Moodle, Canvas или Google Classroom — являются организационным каркасом ДО. Они используются не только для структурированного хранения мультимедийного контента, но и для организации всех форм контроля и взаимодействия.

Телетестирование: LMS позволяет проводить телетестирование с автоматизированной или рейтинговой оценкой. Для СГ это критично, так как можно использовать международные тестологические стандарты, вводя элемент соревновательности и обеспечивая объективную статистическую оценку уровня подготовки студентов из разных регионов. Применяются разновидности тестовых заданий: выбор правильного ответа, установление соответствия между формулой и ее геометрической интерпретацией, а также ввод числового результата расчета.

Проектная Деятельность и Обратная Связь: LMS служат центральным узлом для сбора, хранения и экспертной оценки проектной деятельности студентов (например, 3D-моделей, созданных в GeoGebra). Они облегчают синхронное и асинхронное взаимодействие между преподавателем и студентом, обеспечивая регулярную и детализированную обратную связь, что необходимо для коррекции сложных пространственных ошибок.

Контроль Знаний и Проектно-Коммуникативные Методы

В дистанционном обучении (ДО) сферической геометрии (СГ) традиционные экзамены или автоматизированное тестирование оказываются недостаточными для комплексной оценки усвоенных знаний. Они, как правило, способны проверить лишь знание формул и алгоритмов, но не могут адекватно оценить

пространственное мышление, навыки визуализации и способность студента применять неевклидовы концепции на практике. В связи с этим, необходимо смещение акцента на проектно-коммуникативные методы оценки, которые требуют активной демонстрации и защиты полученных результатов.

1. Проектные Задания: Комплексная Оценка Навыков

Проектные задания — это прикладные, комплексные задачи, которые требуют интеграции теоретических знаний СГ, навыков визуализации (в GeoGebra) и практических расчетов. Целью является не просто получение правильного ответа, но и демонстрация процесса его достижения.

Примеры заданий: "Разработка алгоритма расчета ортодромии" (кратчайшего пути) между двумя аэропортами с учетом радиуса Земли, "Построение модели зодиакальных созвездий на небесной сфере" или расчет сферического избытка и площади треугольника, образованного тремя географическими объектами.

Критерии оценки включают не только точность расчетов, но и качество 3D-модели (наглядность, корректность построения больших кругов), логику презентации алгоритма и обоснование выбора методов. Этот подход стимулирует самостоятельное исследование и развивает навыки технической коммуникации.

2. Индивидуальные Консультации (Синхронное ДО): Персонализированный Контроль

Регулярные видеоконференции и индивидуальные консультации являются ключевым элементом синхронного ДО. Их главная функция — компенсировать субъективность и ограниченность автоматизированного тестирования.

С помощью функции демонстрации экрана преподаватель получает уникальную возможность детально проверить не только конечный результат работы студента, но и ход решения задач непосредственно в процессе их выполнения в GeoGebra. Это позволяет оценить уровень подготовки, скорректировать пространственные представления и выявить типичные ошибки в понимании неевклидовых понятий.

Личный контакт во время таких консультаций обеспечивает глубокую, детализированную обратную связь (feedback), которая критически необходима для усвоения сложных геометрических концепций.

3. Кейс-стади с Геоданными: Практическая Применимость

Кейс-стади предполагает анализ и решение реальных прикладных задач, основанных на настоящих геодезических, астрономических или картографических геоданных. Этот метод показывает студентам, как и где СГ применяется в профессиональной сфере.

Задания могут включать анализ искажений на глобальных картах (проекции), пересчет координат при смене системы отсчета или корректировку навигационных систем.

Основной результат кейс-стади — это не только вычисление, но и обоснование выбора той или иной формулы (например, почему для малых расстояний можно использовать евклидову метрику, а для глобальных — только сферическую), что подчеркивает практическую значимость СГ в современных технологиях.

Заключение

Метод дистанционного обучения сферической геометрии должен быть построен на трех столпах: динамической визуализации, интерактивных инструментах и проектно-коммуникативных методах оценки. Успешное преподавание СГ в удаленном формате зависит от преобразования сложной неевклидовой материи в наглядный и практически применимый цифровой опыт, что позволяет студентам эффективно развивать пространственное мышление и математическую компетентность, необходимую в астрономии, навигации и картографии.

Литература

1. Базылев В. Т., Дуничев К. И. Геометрия: Учеб. для студ. пед. ин-тов. — Москва: Просвещение, 1987.
2. Андреев А. А. Введение в дистанционное обучение. — Москва: Московский государственный институт экономики, статистики и информатики, 1997.
3. Смирнов В. А., Смирнова И. М. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. — Москва: Академия, 2004.
4. Геогейбра: Динамическая математика для всех. (Электронный ресурс). URL: (Дата обращения: 16.10.2025).
5. Иванов В. Г. Проблемы и перспективы применения дистанционного обучения при изучении математических дисциплин. — Вестник образования, 2021, № 3.