

4. **Петухова, А. В.** Теория и практика разработки мультимедиа ресурсов по графическим дисциплинам / А. В. Петухова, О. Б. Болбат, Т. В. Андрияшина. – Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2018. – 76 с.
5. Разработка универсального электронного модульного депозитария заданий для методического обеспечения графических дисциплин: отчет о науч.-исслед. работе (промежуточ.). Этап 3 / рук. работы О. Б. Болбат ; отв. исполн. А. В. Петухова ; исполн.: Т. В. Андрияшина [и др.] ; нормоконтролер В. А. Слайковская. – Новосибирск, 2020. – 44 с.
6. **Болбат, О. Б.** Разработка депозитария учебных заданий по дисциплине "Использование программ демонстрационной графики" / О. Б. Болбат, Т. В. Андрияшина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – № 10-2(61). – С. 35–37.
7. **Сергеева, И. А.** Электронный депозитарий задач и заданий как современная форма организации учебной деятельности студента / И. А. Сергеева, О. В. Щербакова // Актуальные проблемы модернизации высшей школы: высшее образование в информационном обществе : материалы XXXII Международной научно-методической конференции. – Новосибирск, 2021. – С. 426–430.
8. **Ермошкин, Э. В.** Электронные базы данных для хранения и распределения учебных заданий по графическим дисциплинам / Э. В. Ермошкин // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, Новосибирск–Брест, 24 апреля 2020 года. – Новосибирск-Брест : БрГТУ, 2020. – С. 114–118.
9. **Ермошкин, Е. В.** Электронный репозитарий учебных заданий / Е. В. Ермошкин // Инновационные технологии в инженерной графике : проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, Новосибирск, Брест, 19 апреля 2019 года / Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин); Брестский государственный технический университет). – Новосибирск, Брест, 2019. – С. 99–103.

УДК 004.946

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VR-ИНСТРУМЕНТОВ

Т. Ю. Поздеева, аспирант, ассистент,
М. Н. Крайнова, старший преподаватель,
Л. С. Тарасова, старший преподаватель

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Российская Федерация*

Ключевые слова: САПР, виртуальная реальность, иммерсивные технологии, цифровой интерактив, геометрические примитивы, когнитивная нагрузка.

В работе приведен пример разработки сценария по решению задачи на взаимное пересечение геометрических примитивов из практического курса инженерной геометрии и компьютерной графики с использованием приложения для виртуального прототипирования «VR-Concept».

В связи с быстрым развитием научно-технического прогресса современное инженерное образование претерпевает период трансформации. Все больше возрастает потребность машиностроительных предприятий в специалистах, способных работать не только в реальной, но и в цифровой среде.

На сегодняшний день производители САПР стремятся расширить функционал программных продуктов, который бы позволял работать с моделями не только в 2D и 3D-пространствах, но и в VR-пространстве.

Одним из примеров отечественного ПО для создания виртуальной реальности в различных сферах, в том числе и в образовательной, является VR-Concept, которое имеет развитый функционал, позволяющий осуществлять виртуальную сборку и разборку деталей с учетом иерархии САПР-моделей, редактировать сцены с возможностью загрузки неограниченного числа САПР и 3D-моделей, создавать сечения, добавлять и исключать часть модели для лучшего понимания составных частей, создавать измерения линейных расстояний, загружать фотореалистичные материалы и текстуры и др. [1].

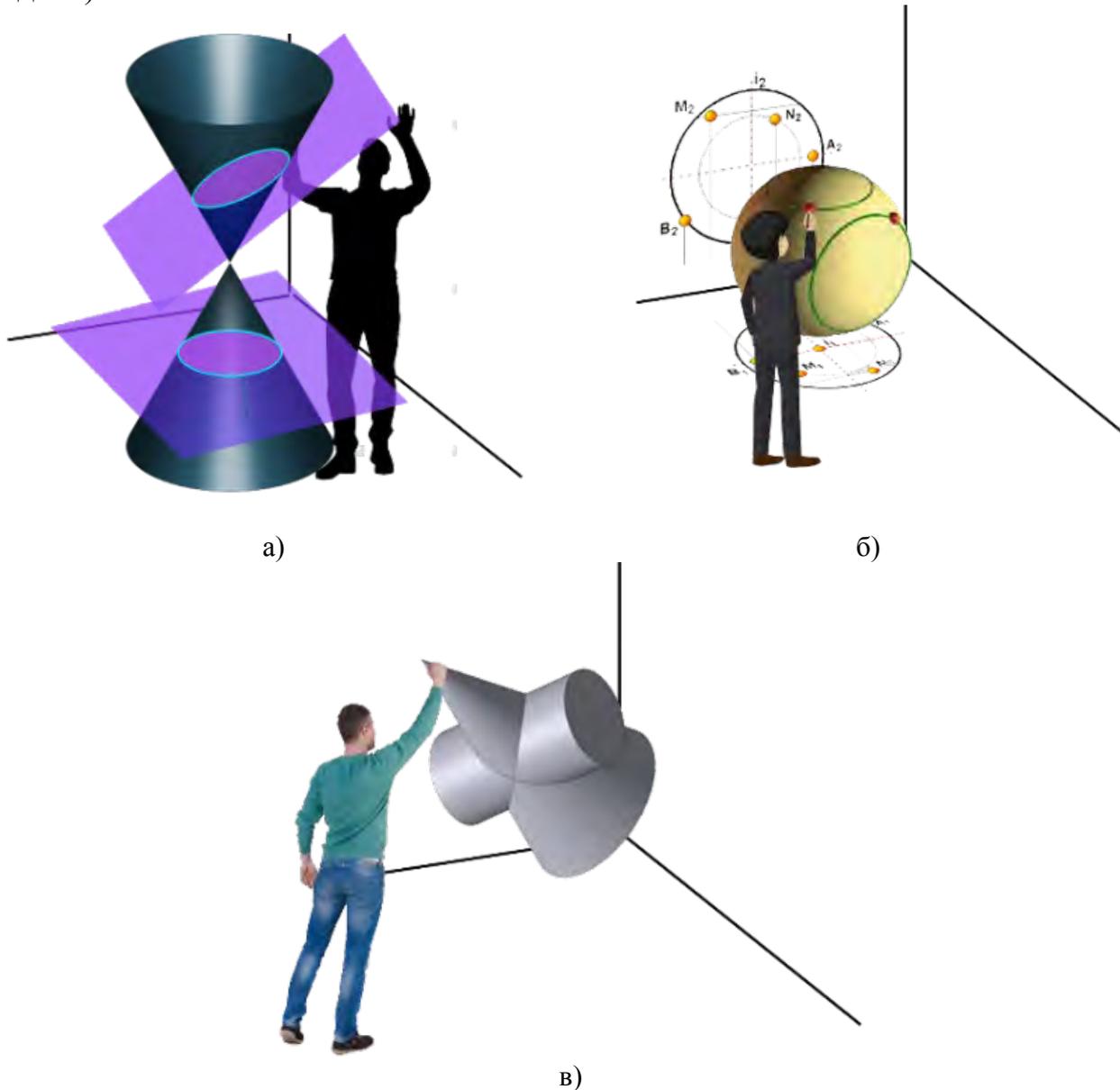
Обязательным условием при использовании средств виртуальной реальности в образовательном процессе является цифровой интерактив, а не только процесс демонстрации, так как в основе обучения с применением VR лежат иммерсивные технологии, позволяющие расширять реальность для ее лучшего восприятия и понимания.

Вопрос сложности понимания материала является острым во многих областях науки и техники, в том числе и в курсе инженерной геометрии и компьютерной графики. Решение задач на геометрические примитивы требует развитых навыков пространственного мышления, которыми обладают далеко не все, что сказывается на общих показателях успеваемости. В связи с этим актуальной задачей является разработка практического курса с применением VR-инструментов.

Стоит отметить, что для эффективного усвоения материала и во избежание нежелательных психофизиологических эффектов у учащихся при разработке занятия следует учитывать временной фактор когнитивной нагрузки. На сегодняшний день единых СанПиНов по использованию средств виртуальной реальности в образовательном процессе не существует. Однако производители VR-оборудования в инструкциях по эксплуатации устанавливают рекомендуемое время использования очков и шлемов не более 15 минут с перерывами по 10–15 минут при условии непрерывной работы в VR в течение 30–60 минут с учетом индивидуальной реакции организма [2–3].

Цифровой интерактив (рисунок 1) предполагает под собой то, что, находясь в VR-среде, преподаватель и учащиеся могут манипулировать исходными фигурами: выделять (активировать) линию пересечения; смотреть на объект спереди, сзади, сверху, снизу, слева, справа; создавать проекции фигур и линий пересечений на плоскостях (фронтальной, горизонтальной, профильной); устанавливать прозрачность поверхностей фигур; ставить экстремальные и промежуточные точки на поверхности фигур для построения линий пересечения; усекать фигуры плоскостями под различными углами и менять

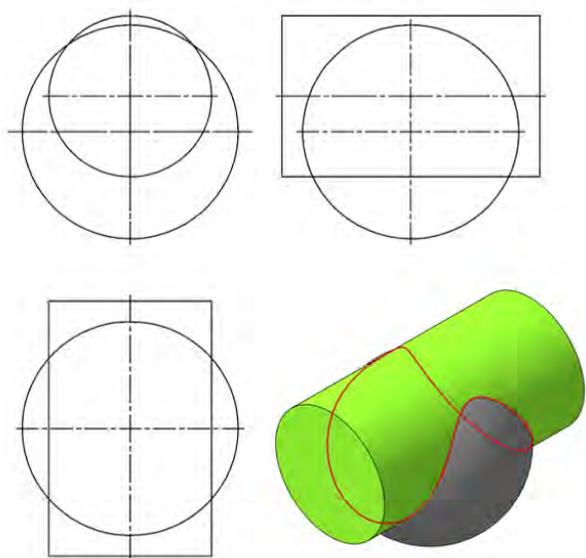
конфигурацию взаимно пересекающихся тел (если того требует условие задачи).



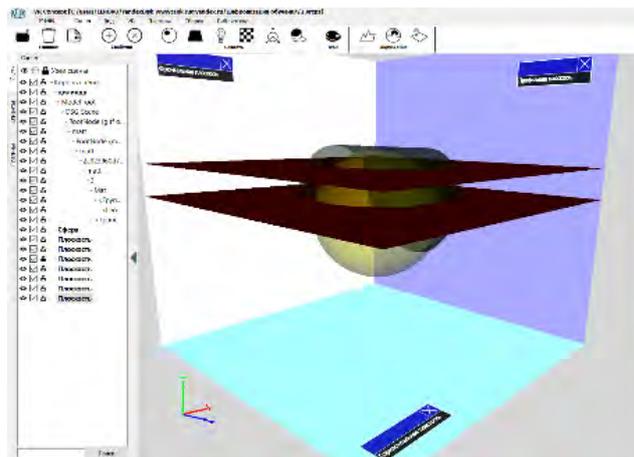
- а) – ввод секущих плоскостей; б) – простановка экстремальных и промежуточных точек на поверхностях фигур для построения линий пересечения;
в) – манипулирование и подбор различных геометрических тел
- Рисунок 1 – Демонстрация примеров цифрового интерактива в VR-среде

Основное время учащиеся уделяют оформлению решения задачи в тетради, по очереди используя VR-шлем. Те студенты, которые не могут находиться в VR-среде в силу негативных физиологических эффектов, ориентируются на презентацию.

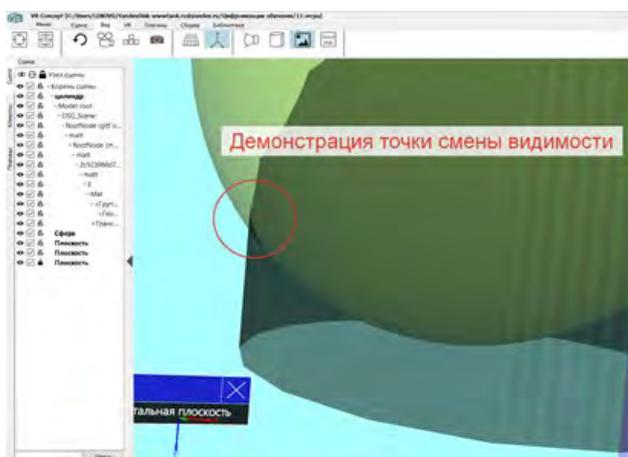
Далее в таблице 1 представлен план-сценарий практического занятия с решением задачи на взаимное пересечение геометрических примитивов в приложении виртуального прототипирования VR Concept (рисунок 2) с продолжительностью 45 минут (1/2 академической пары) с учетом работы студентов в парах.



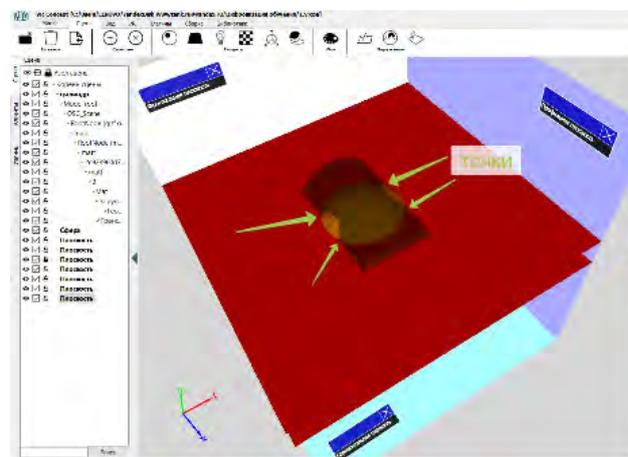
а)



б)



в)



г)

а) – исходное условие, б) – ввод секущих плоскостей,
 в) – масштабирование сложных мест в модели, г) – простановка точек
 Рисунок 2 – Решение задачи на взаимное пересечение геометрических примитивов
 в VR-среде

Таблица 1 – План-сценарий практического занятия

Этап	Описание	Время, мин
1	2	3
Разбор задачи (2D-этап)	Цель: ознакомить студентов с условием задачи. Провести анализ графического задания: какие поверхности заданы; наличие/отсутствие общей плоскости симметрии, проецирующей поверхности; предполагаемый вид линии пересечения. Используемый инструментарий: проектор, презентация, ПК, рабочие тетради, лекционный материал	10

Окончание таблицы 1

1	2	3
VR-этап	Цель: дать понятие о взаимосвязи правил геометрии с практическим решением задач. Учащиеся надевают VR-шлемы для просмотра задачи и уточнения сложных моментов. При необходимости параллельно с учащимися преподаватель также находится в VR-среде и объясняет аспекты, которые непонятны. Используемый инструментарий: VR-шлемы, манипуляторы, проектор, презентация, ПК, рабочие тетради, чертежные инструменты	30 (15 мин на студента)
Подведение итогов	Преподаватель выявляет основные моменты усвоения материала: проблемы и узкие места, что было трудно, что легко и т. д. Используемый инструментарий: проектор, презентация, ПК, рабочие тетради	5

Список литературы

1. Компания ООО "VR Концепт" (VRConcept) [Электронный ресурс]. – Москва, 2022. – Режим доступа: <https://vrconcept.net>. – Дата обращения: 11.02.2022.
2. Центр безопасности Oculus Gear Rift S [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.oculus.com/safety-center/rift-s/?locale=ru_RU. – Дата обращения: 11.02.2022.
3. Manuals.plus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rucont.ru>. – Дата обращения: 11.02.2022.

УДК 744

ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ РЕВОЛЮЦИИ

В. А. Рукавишников, д-р пед. наук, доцент,

М. А. Прец, ассистент

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань,
Российская Федерация*

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровые компетенции, цифровые технологии обучения, индустриальная революция, совокупностная и системная модель.

В статье рассмотрены основные особенности проблемы профессионального образования. Выделены наиболее важные направления: гибкость, адаптивность, модели 2+2+2. Показано,