1. Разработка виртуально тренажера для обучения управлению процессом получения твердых сплавов актуальна так как внедрение подобных систем обеспечивает безопасность, эффективность и ускоренное развитие профессиональных навыков персонала в данной области
2. Спекание сложный процесс ( схематично он показан на анимации справа), который происходит при высоких температурах. Чтобы оценить качество полученного сплава существуют требования, предъявляемые к качеству твердого сплава. Пример таких требований представлен в таблице.
3. Для создания базы данных характеристик процесса спекания разработана интеллект-карта модели управления спеканием. Основой является модель управления процессом получения твёрдых сплавов, связанная с параметрами теоретической модели и коэффициентами эмпирической модели, а также сырьем и оборудованием.
4. Цель:повышение эффективности практико-ориентированного обучения управлению процессом получения твердых сплавов за счет разработки информационного обеспечения виртуального тренажера
5. Обзор тренажеров для обучения персонала хим-техн процессам показал отсутствие на рынке систем для обучения операторов вакуумно-компрессионных печей.
6. Спекание твердых сплавов происходит в два этапа. Это неизотермическое и изотермическое спекание. Первое характеризуется изменением температуры спекания, а второе – ее постоянством.

Также сформулирована задача обучения: Для заданных инструктором в сценарии обучения входных параметров процесса спекания *Х* варьированием управляющих воздействий *U* в регламентных диапазонах *U*ϵ[*U*min, *U*max] по математической модели найти такие их значения, которые обеспечивают требуемое качество твердого сплава при котором пористость должна быть меньше либо равна заданной, а плотность, прочность и твердость должны быть больше заданных

1. В рамках данной работы разрабатывались следующие подсистемы: подсистема формирования протоколов исследования и управления качеством продукции, подсистема погружения в виртуальное пространство и информационная подсистема виртуального тренажера.
2. Информационная подсистема включает базы данных учетных записей пользователей и базу данных характеристик процесса спекания. Подсистема связана с внешней подсистемой исследования процесса спекания.
3. Концептуальная модель базы данных характеристик процесса спекания логически разделена на 2 части: характеристики процесса спекания и учетные записи пользователей со сценариями и протоколами обучения. Типы связей между сущностями это 1 к 1 и 1 ко многим.
4. Даталогическая модель базы данных характеристик процесса спекания спроектирована с использованием различных типов данных Real, Integer и Text.
5. Структура библиотеки мат моделей включает 4 показателя качества твердого сплава. Модели работают в конкретных диапазонах режимных параметров.
6. В ходе обзора программного обеспечения для создания бд выбрана субд SQLite, так как это встраиваемая субд с большим максимальным объемом БД.
7. Алгоритмы формирования сценариев и протоколов обучения взаимодействуют с базами данных учетных записей пользователей и базой данных характеристик процесса спекания. В сценарии задается тип материала, марка печи и показатели качества. Протокол содержит записи действий обучаемого.
8. Зона ответственности администратора это бд. Специалиста по мат обеспечению- мат модели. Инструктора- сценарии и протоколы обучения. Обучаемый имеет доступ к виртуальному тренажеру и расчеты выходных параметров процесса спекания.
9. **Структура программного комплекса** Рассказать
10. Сверху слева представлен рисунок с примером интерфейса инструктора с формированием сценария обучения. Снизу- пример виртуально пространства для обучения. И справа протокол обучения.
11. На графиках зависимости плотности, прочности, твердости и пористости от времени видно, что все показатели качества достигли заданных значений. Подтвердил работоспособность программного комплекса для данного класса объектов.
12. Для работы виртуального тренажера необходима гарнитура виртуальной реальности контроллеры.
13. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы решены все поставленные задачи
14. Опубликован тезис на научной конференции традиции и инновации

По́ристость (устар. скважность) — **доля объёма пор в общем объёме пористого тела**

Пло́тность — скалярная физическая величина, определяемая как отношение массы тела к занимаемому этим телом объёму или как производная массы по объёму

**Ме́тод Ро́квелла**[[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%A0%D0%BE%D0%BA%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B0#cite_note-1) — метод неразрушающей проверки [твёрдости](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D1%91%D1%80%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) материалов. Основан на измерении глубины проникновения твёрдого наконечника, называемого [индентором,](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D1%80) в исследуемый материал при приложении одинаковой для каждой шкалы твёрдости нагрузки. В зависимости от шкалы обычно 60, 100 и 150 [кгс](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8B).

В качестве инденторов в методе применяются прочные шарики и [алмазные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%BC%D0%B0%D0%B7) конусы с углом при вершине 120° со скруглённым острым концом.

Из-за своей простоты, скорости по сравнению с другими методами и воспроизводимости результатов он является одним из наиболее распространённых методов испытаний материалов на твёрдость.

Прочность – это **способность металла сопротивляться деформации и разрушению**.

Давление газ - аргон