



Модификация ячеек теперь происходит через **SheetInterface::SetSell**. Т.к. CellInterface не содержит модифицирующих методов, изменение ячейки — это удаление старой и создание новой.

КЭШ

Ячейка Cell реализует кеширование возвращаемого значения GetValue() и предоставляет метод InvalidateCache().

Для инвалидации кэша ячеек нужен ориентированный граф "ссылающихся" ячеек. Тогда при изменении ячейки легко инвалидировать ячейки, имеющие ссылки на неё. Граф "ссылающихся" можно реализовать в виде списка смежности вершин `unordered_map<Position, unordered_set<Position>> refs_from_`. В качестве ключа может использоваться пустая (не существующая) ячейка. Сложность доступа  $O(1)$ , сложность инвалидации  $O(K)$ .

Граф ссылающихся обновляется при создании и удалении ячеек в методах `SetCell()`, `ClearCell()`. Пустые ключи удаляются.

## ЦИКЛЫ

Для поиска циклов используется алгоритм Depth-First Search (поиск в глубину). Граф должен учитывать создаваемую ячейку. Искать можно по графу зависимостей или по графу "ссылающихся", который используется для инвалидации кэша - без разницы, сложность  $O(K)$ . Граф зависимостей задается списками смежности `GetReferencedCells()`.

Параметр SheetInterface используется для получения значений по ссылкам.

Удален метод **Set()**. CellInterface теперь не содержит модифицирующих методов.

Метод `GetValue()` должен реализовывать кеширование.

