DataVera

Автоматизированный контроль требований к IFC-моделям с использованием AI,

онтологий и графов знаний

Экономически эффективное использование ИИ

(Д. Аджемоглу, нобелевский лауреат по экономике)

«Мечты о сверхразумных машинах заставляют индустрию игнорировать реальный потенциал ИИ как информационной технологии, которая может помочь работникам. Точные знания в соответствующей области — вот что важно»

ИИ должен расширять и дополнять возможности человека, повышать производительность труда, а не заменять его.

«Инструменты ИИ […] ничего не дадут, если большинство людей не смогут ими пользоваться или не смогут получать и обрабатывать информацию, которую они предоставляют»

Ответственное использование ИИ

(ISO/IEC 42001:2023 AI management systems)

Прозрачность: Системы ИИ должны быть разработаны таким образом, чтобы пользователи могли осознавать, как работают их алгоритмы.

Отсутствие вреда: Системы ИИ не должны наносить вред людям, обществу или окружающей среде.

Надежность: Системы ИИ должны быть безопасными, то есть устойчивыми к ошибкам, атакам противника и неожиданным входным данным.

Проверить соответствие требованиям

Извлечь информацию из проекта здания

Загрузить требования в машину



Почему LLM не может решить задачу «под ключ»?

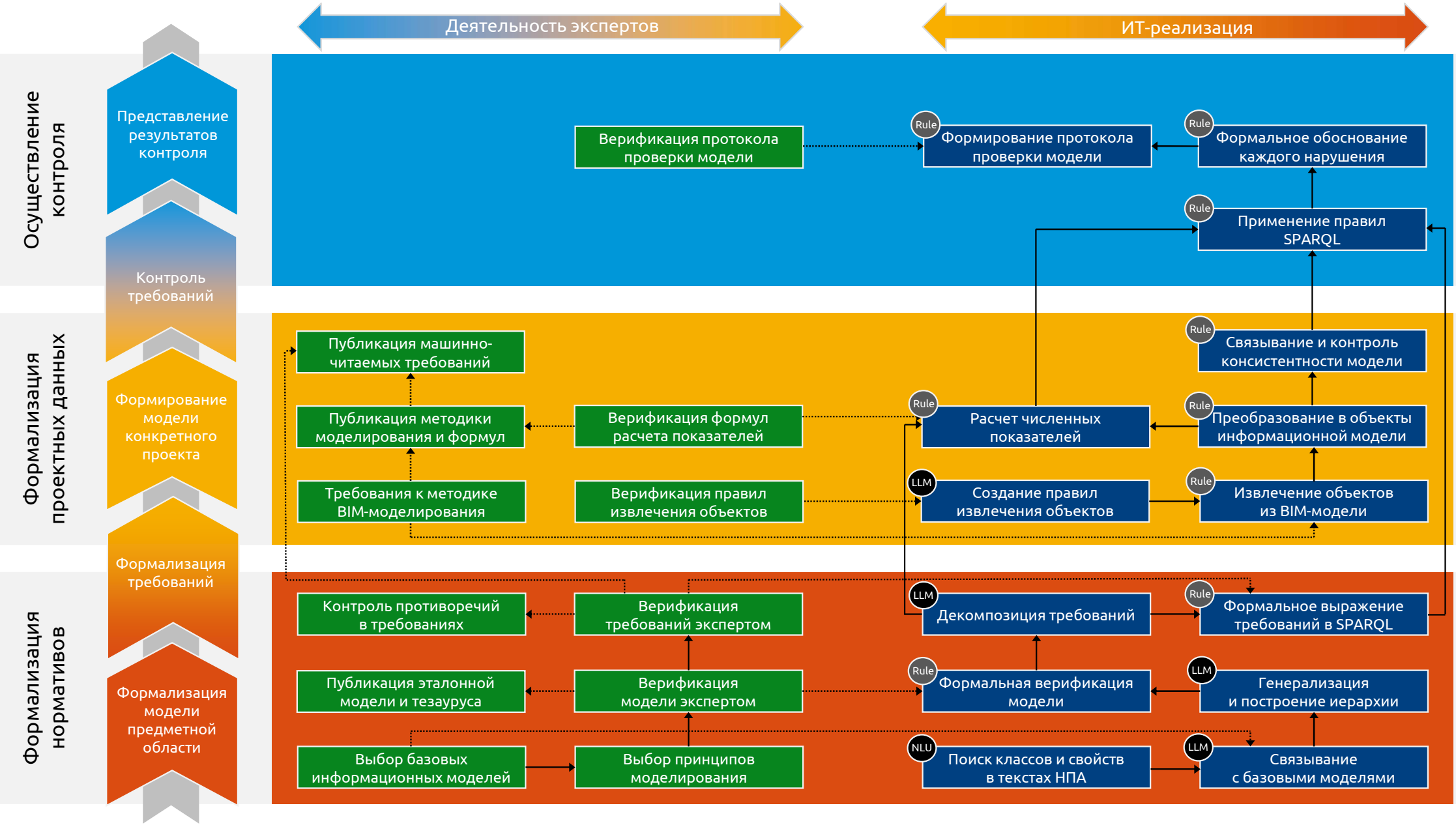
- Для контроля требований необходима целостная, формальная, логическая картина (модель) содержания НПА. Без нее нельзя обеспечить полноту, достоверность и прозрачность контроля.
- Значительная часть процесса контроля требований – получение логических выводов на основании данных. Возможности логического рассуждения в LLM не достаточны, даже с помощью агентов.

Что может сделать LLM?

- Помочь структурировать требования нормативных документов
- Действуя пошагово, как аналитик, помочь конструировать фрагменты онтологии (модели представления данных)
- Помочь представить элементы требования в терминах онтологии
- Помочь выразить информацию из проекта в терминах онтологии

Какая часть процесса останется алгоритмической?

- Управление процессами создания онтологии, формализации правил и извлечения данных из IFC-проекта
- Расчет численных показателей
- Применение правил, выражающих требования
- Формирование протокола результатов контроля


Деятельность экспертов
ИТ-реализация
Осуществление контроля
Формализация проектных данных
Формализация нормативов
Представление результатов контроля
Контроль требований
Формирование модели конкретного проекта
Формализация требований
Формализация модели предметной области
Верификация протокола проверки модели
Rule
Формирование протокола проверки модели
Rule
Формальное обоснование каждого нарушения
Rule
Применение правил SPARQL
Публикация машинно-читаемых требований
Публикация методики моделирования и формул
Верификация формул расчета показателей
Требования к методике BIM-моделирования
Верификация правил извлечения объектов
Rule
Связывание и контроль консистентности модели
Rule
Расчет численных показателей
Rule
Преобразование в объекты информационной модели
LLM
Создание правил извлечения объектов
Rule
Извлечение объектов из BIM-модели
Контроль противоречий в требованиях
Верификация требований экспертом
LLM
Декомпозиция требований
Rule
Формальное выражение требований в SPARQL
Публикация эталонной модели и тезауруса
Верификация модели экспертом
Rule
Формальная верификация модели
LLM
Генерализация и построение иерархии
Выбор базовых информационных моделей
Выбор принципов моделирования
NLU
Поиск классов и свойств в текстах НПА
LLM
Связывание с базовыми моделями

Формализация модели предметной области

СП РК 3.06-101-2012

Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения

4.3.2.1 В общественных зданиях с количеством выходов от 1 до 3 необходимо хотя бы один выход оборудовать доступным для маломобильных групп населения с поверхности земли и из каждого доступного для маломобильных групп населения подземного или надземного уровня, соединенного с этим зданием.

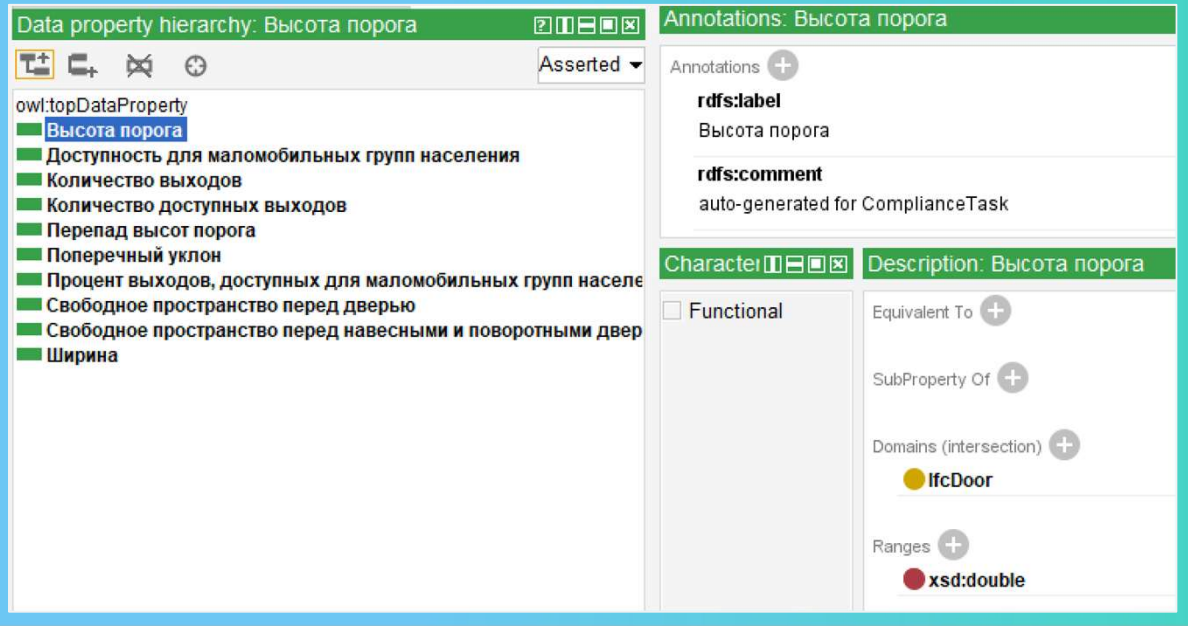
4.3.2.1 В зданиях с количеством выходов от 3 до 5 необходимо, как минимум, два выхода оборудовать доступными для маломобильных групп населения.

4.3.2.1 Не менее 50 % выходов должны быть доступными для маломобильных групп населения в зданиях, имеющих более 5 выходов.

4.3.2.4 Ширина входной двери, доступной для инвалидов, должна быть не менее 0,9 м.

4.3.2.5 *Высота каждого уровня порога входной наружной двери в здание не должна превышать 0,014 м.





Формализация требований

SPARQL Rule

```
CONSTRUCT {
    $this <http://datavera.kz/compliance-demo/accessibility_for_low_mobility_groups>
"true"^^xsd:boolean
}
WHERE {
    $this <http://datavera.kz/compliance-demo/width> ?val_0 .
    $this <http://datavera.kz/compliance-demo/height_of_the_threshold> ?val_1 .
    FILTER(?val_0 >= "0.9"^^xsd:double && ?val_1 <= "0.014"^^xsd:double)
}
```

4.3.2.4 Ширина входной двери, доступной для инвалидов, должна быть не менее 0,9 м.
4.3.2.5 *Высота каждого уровня порога входной наружной двери в здание не должна превышать 0,014 м.

SPARQL Constraint (inverse)

```
ASK {
    $this rdf:type <http://datavera.kz/compliance-demo/Public_building>.
    $this <http://datavera.kz/compliance-demo/number_of_outputs> ?val_1.
    $this <http://datavera.kz/compliance-demo/number_of_available_outputs> ?val_2.
    FILTER(?val_1 > "3"^^xsd:integer && ?val_1 <= "5"^^xsd:integer && ?val_2 < "2"^^xsd:integer)
}
```

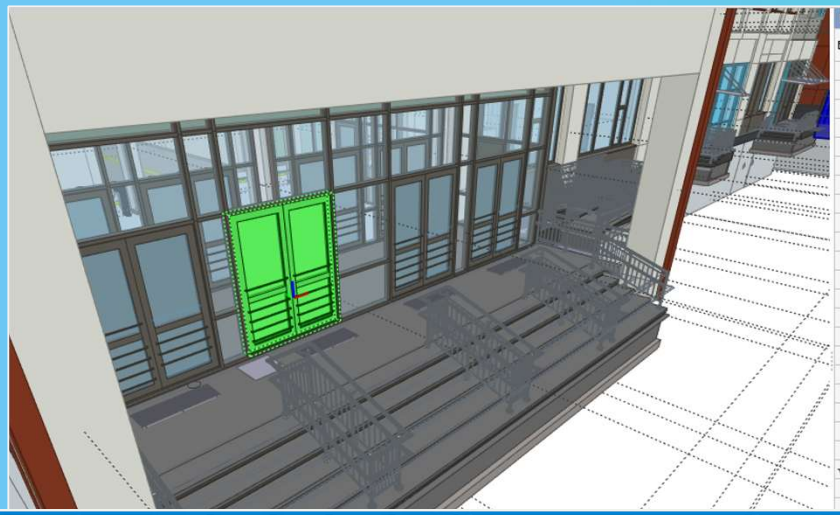
4.3.2.1 В зданиях с количеством выходов от 3 до 5 необходимо, как минимум, два выхода оборудовать доступными для маломобильных групп населения.

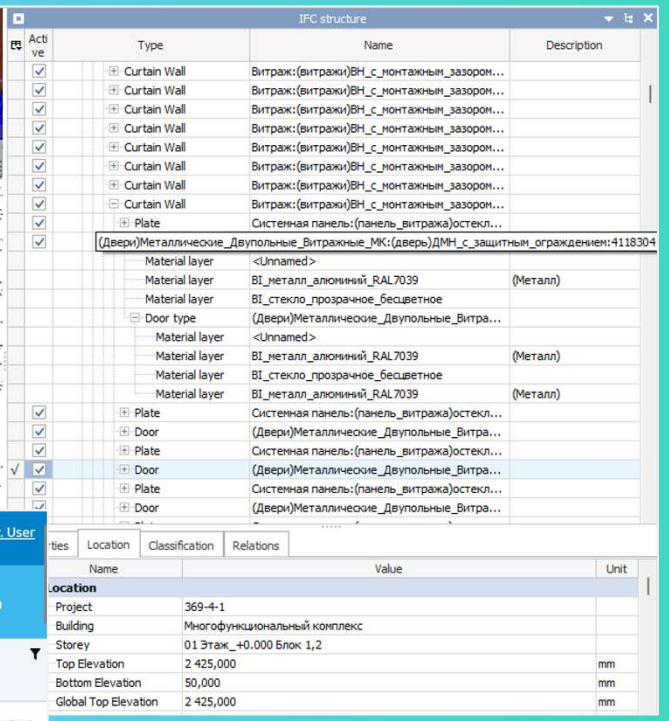
SPARQL Constraint (inverse)

```
ASK {
    $this rdf:type <http://datavera.kz/compliance-demo/Public_building>.
    $this <http://datavera.kz/compliance-demo/percentage_of_outputs> ?val_1.
    FILTER(?val_1 > "5"^^xsd:integer && ?val_2 < "50"^^xsd:integer)
}
```

4.3.2.1 Не менее 50 % выходов должны быть доступными для маломобильных групп населения в зданиях, имеющих более 5 выходов.

Формирование модели конкретного проекта





DataVera EKG Explorer

Язык: Русский

Язык данных

Дата данных: дд.мм.гггг чч:мм:сс

Mr. User

Точка: NLU

Класс: Выход

100% 0%

Обновить | Экспорт в Excel | Импорт из Excel | Столбцы

	URI	Название	Относится к здание	Доступность для маломобильных групп населения	Высота порога	Ширина
	Exit_1010610	(Двери)Металлические_Двупольные_Витражные_МК:(дверь)ДМН_с_защитным_ограждением:4076424	Многофункциональный комплекс	Да	0	1340
	Exit_700919	(Двери)Металлические_Двупольные_Витражные_МК:(дверь)ДМН_с_защитным_ограждением:3953160	Многофункциональный комплекс	Да	0	1290
	Exit_2	Выход 2	Административное здание		0.11	
	Exit_701206	(Двери)Металлические_Двупольные_Витражные_МК:(дверь)ДМН_с_защитным_ограждением:4201032	Многофункциональный комплекс	Да	0	1380

Загрузка данных из файла .ifc
в DataVera EKG Platform
с помощью IfcOpenShell Python

Контроль требований

IfcDoor > Выход

Данные из BIM-проекта:
- ширина проема
- высота порога

Вычисляемые свойства:
- доступность для маломобильных групп населения

IfcBuilding > Здание > Общественное здание

Данные из BIM-проекта:
- наружные выходы из здания

Вычисляемые свойства:
- количество выходов
- количество доступных выходов
- процент доступных выходов

SPARQL Function

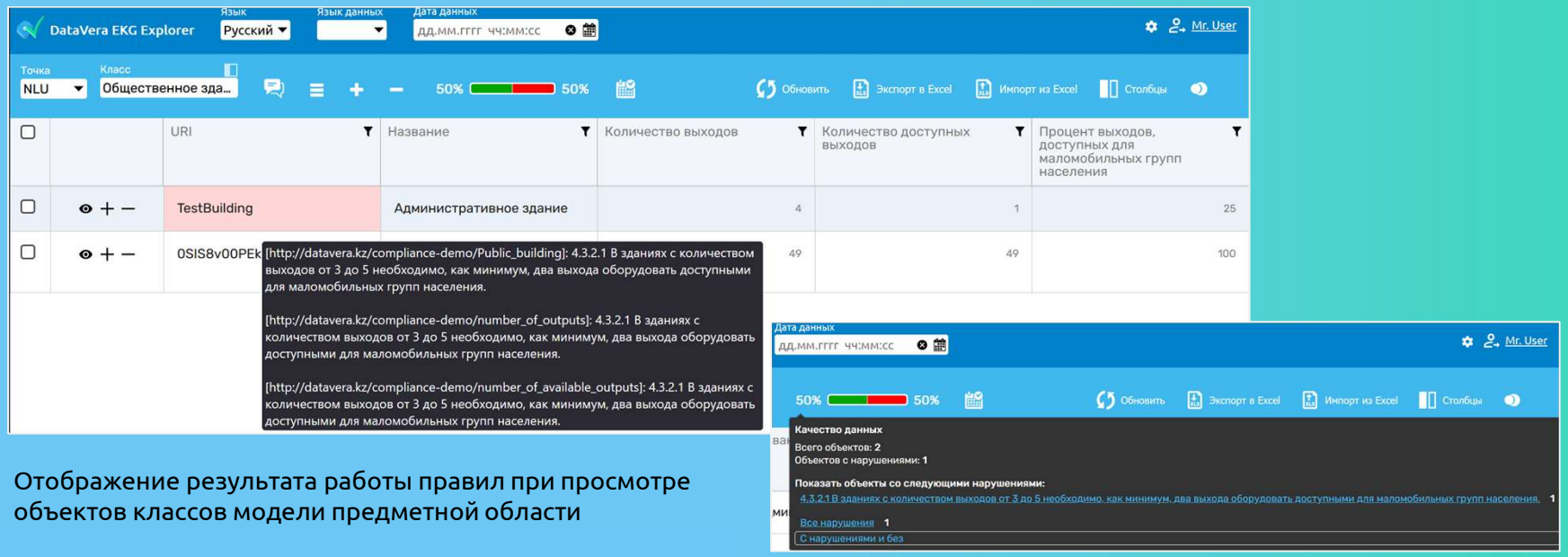
```
Функция getPercentAvailableOutputs($availableoutputs, $outputs)

SELECT ($availableoutputs / $outputs * 100 AS ?result ) WHERE {}
```

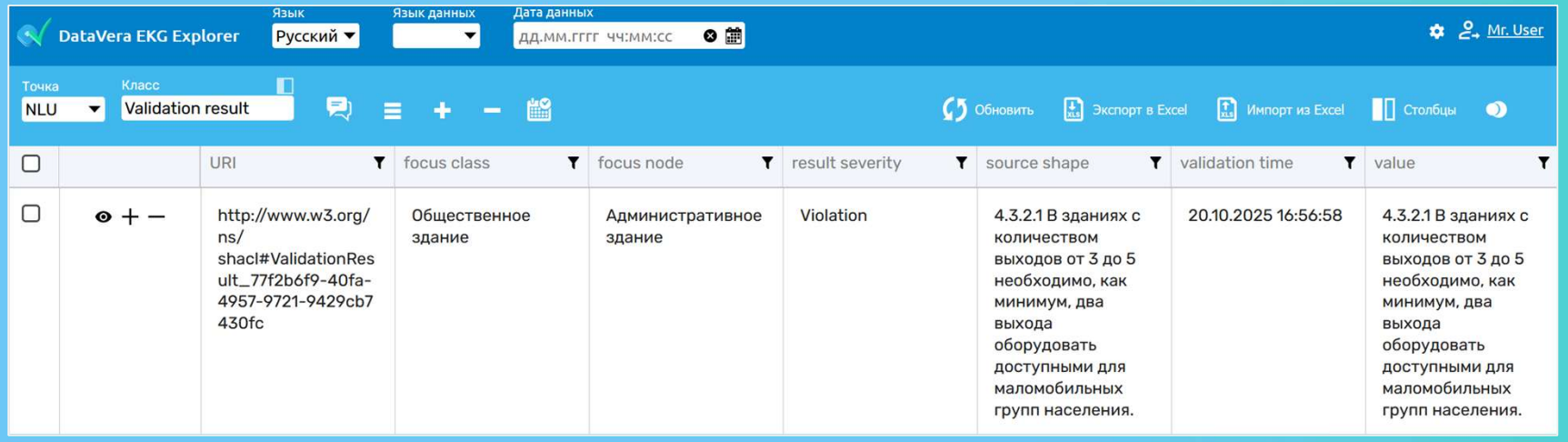
SPARQL Rule

```
CONSTRUCT {
    $this <http://datavera.kz/compliance-demo/percentage_of_outputs> ?res
}
WHERE {
    $this <http://datavera.kz/compliance-demo/number_of_outputs> ?number_of_outputs .
    $this <http://datavera.kz/compliance-demo/number_of_available_outputs>
        ?number_of_available_outputs
    BIND ( getPercentAvailableOutputs( ?number_of_available_outputs, ?number_of_outputs ) as ?res )
} GROUP BY $this
```

Представление результатов контроля



Отображение результата работы правил при просмотре объектов классов модели предметной области



Общий журнал нарушений контроля

DataVera

Спасибо за внимание!

datavera.kz