|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Введение | |  |
| 1. | Архитектура экспертной системы |  |
| 1.1. | Модуль прогнозирования последствий инцидента, связанного с разливом нефтепродуктов |  |
| 1.1.1. | Модель прогнозирования |  |
| 1.1.1.1 | Исходные данные и понятия модели прогнозирования |  |
| 1.1.1.1.1. | Координаты |  |
| 1.1.1.1.2. | Тип грунта |  |
| 1.1.1.1.3. | Тип нефтепродукта |  |
| 1.1.1.1.4 | Тип инцидента |  |
| 1.1.1.1.5. | Кадастровый тип земли |  |
| 1.1.1.1.6. | Тип техногенного объекта |  |
| 1.1.1.1.7. | Тип природоохранного объекта |  |
| 1.1.1.1.8. | Геологическая точка |  |
| 1.1.1.1.9. | Техногенный объект |  |
| 1.1.1.1.10. | Природоохранный объект |  |
| 1.1.1.1.11. | Опорная геологическая точка |  |
| 1.1.1.1.12. | Разлив |  |
| 1.1.1.1.13. | Инцидент |  |
| 1.1.1.1.14. | Коэффициент растекания нефтепродукта |  |
| 1.1.1.2. | Результаты прогнозирования |  |
| 1.1.1.2.1. | Наземное пятно загрязнения |  |
| 1.1.1.2.1.2. | Вычисление площади и радиуса загрязнения |  |
| 1.1.1.2.1.3. | Определение опорных геологических точек |  |
| 1.1.1.2.1.4. | Определение природоохранных объектов |  |
| 1.1.1.2.1.5. | Вычисление прогнозируемых величин для наземных точек загрязнения |  |
| 1.1.1.2.2. | Водяное пятно загрязнения |  |
| 1.1.1.2.2.1. | Вычисление площади и радиуса подземного загрязнения |  |
| 1.1.1.2.2.2. | Определение опорных геологических точек |  |
| 1.1.1.2.2.3. | Определение природоохранных объектов |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 1.1.1.1.10. |  |  |
| 1.1.1.1.11. |  |  |
|  |  |  |
| 1.1.1.1.13. |  |  |
| 1.1.1.1.14. | Точка загрязнения грунтовых вод |  |
| 1.1.1.1.15. |  |  |
| 1.1.1.2. | Основные понятия, применяемые в модели прогнозирования |  |
|  |  |  |
| 1.1.1.1. | Наземное пятно нефтепродуктов |  |
| 1.1.1.1.1. | Базовая модель наземного пятна нефтепродуктов |  |
| 1.1.1.1.2. | Производные модели наземного пятна нефтепродуктов |  |
|  |  |  |

* + 1. **Модель прогнозирования**
       1. **Исходные данные и понятия модели прогнозирования**

Исходные данные для прогнозирования описаны в таблице 1.1.1.1.

Табл. 1.1.1.1. Исходные данные для прогнозирования

|  |  |
| --- | --- |
| Группа данных | Данные |
| Инцидент  (Incident) | * дата и время разлива нефтепродуктов; * дата и время регистрации инцидента; * географические координаты разлива (место); * техногенный объект (и его характеристики), на котором произошел инцидент; * тип разлитого нефтепродукта (и его свойства); * объем разлитого нефтепродукта; * кадастровая характеристика земли. |
| Опорные геологические точки | Список географических точек, которые предположительно попадут в зону загрязнения. Для каждой точки известны следующие характеристики:   * географические координаты; * высота над уровнем моря; * тип грунта (и его свойства); * глубина грунтовых вод. |
| Природоохранные объекты | Перечень природоохранных объектов, которые предположительно попадут в зону загрязнения. Каждый объект описывается одной или нескольким географическими точками, для каждой из которых известны следующие характеристики:   * географические координаты; * высота над уровнем моря; * тип грунта (и его свойства); * глубина грунтовых вод * кадастровая характеристика земли. |

* + - * 1. **Координаты**

**Координаты** – географические координаты географической точки, используемой в модели. Свойство понятия **Координаты** описаны в табл. 1.

Табл. 1. Свойства понятия **Координаты** (Coordinates)

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| latitude | широта в градусах (точность 5 знаков), диапазон северной широты от 0 до 90 градусов, южной от -90 до 0 |
| longitude | долгота в градусах (точность 5 знаков), диапазон восточной долготы от 0 до 180 градусов, южной от -180 до 0 |

* + - * 1. **Тип грунта**

**Тип грунта -** понятие, определяющее геологические характеристики в географической точке земной поверхности. Свойства понятия **Тип грунта** описаны в табл. 2

Табл. 2. Свойства понятия **Тип грунта**  (GroundType)

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| type\_code | код типа грунта |
| name | наименование грунта |
| porosity | пористость, безразмерная величина в диапазоне от 0 до 1; определяет способность грунта задерживать (впитывать) нефтепродукты |
| holdmigration | коэффициент задержки миграции нефтепродуктов, определяет …, безразмерная величина в диапазоне от 0 до 1 |
| waterfilter | коэффициент фильтрации воды |
| diffusion | коэффициент диффузии |
| distribution | коэффициент распределения |
| sorption | коэффициент собрции |

* + - * 1. **Тип нефтепродукта**

**Тип нефтепродукта** – понятие определяющее название и свойства нефтепродукта. Свойства понятия **Тип нефтепродукта** описаны в табл. 3

Табл. 3. Свойства понятия **Тип нефтепродукта** (PetrochemicalType)

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| type\_code | код типа нефтепродукта |
| name | наименование нефтепродукта |
| boilingtemp | температура кипения в градусах Цельсия |
| density | плотность в граммах на сантиметр кубический |
| viscocity | кинематическая вязкость миллиметры квадратные в секунду |
| solubility | растворимость миллиграммы в дециметре кубическом |

* + - * 1. **Тип инцидента (IncidentType)**

**Тип инцидента** – понятие, классифицирующее происшествие (инцидент), связанный с разливом нефтепродукта Свойства понятия **Тип инцидента** описаны в табл. 4.

Табл. 4. Свойства понятия **Тип инцидента**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| type\_code | код типа инцидента |
| name | наименование типа инцидента |

* + - * 1. **Кадастровый тип земли (CadastreType)**

**Кадастровый тип земли** –понятие,классифицирующее участи земли на основе данных из земельного кадастра. Свойства понятия **Кадастровый тип земли** описаны в табл. 5.

Табл. 5. Свойства понятия **Кадастровый тип земли**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| type\_code | код кадастрового типа земли |
| name | наименование кадастрового типа земли |

* + - * 1. **Тип техногенного объекта (RiskObjectType)**

**Тип техногенного объекта** – понятие, классифицирующее техногенный объекты по типам. Свойства понятия **Тип техногенного объекта** описаны в табл. 6.

Табл. 6. Свойства понятия **Тип техногенного объекта**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| type\_code | код типа техногенного объекта |
| name | наименование типа техногенного объекта |

* + - * 1. **Тип природоохранного объекта (EcoObjectType)**

**Тип природоохранного объекта** – понятие, классифицирующее природоохранные объекты по типам. Свойства понятия **Тип природоохранного объекта** описаны в табл. 7.

Табл. 7. Свойства понятия Т**ип природоохранного объекта**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| type\_code | код типа природоохранного объекта |
| name | наименование типа природоохранного объекта |

* + - * 1. **Геологическая точка (Point)**

**Геологическая точка -** географическая точка, с заданными геологическими свойствами. Свойства понятия **Геологическая точка** описано в табл. 8

Табл. 8. Свойства понятия **Геологическая точка**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| coordinates | географические координаты точки (п.1.1.1.1.1) |
| groundtype | тип грунта (п.1.1.1.1.2) |
| waterdeep | глубина грунтовых вод в метрах |
| height | высота над уровнем моря в метрах |

* + - * 1. **Техногенный объект** (RiskObject)

**Техногенный объект –** понятие, описывающее любое предприятие, деятельность которого может привести к инциденту, связанного с разливом нефтепродуктов. Свойства понятия **Тип техногенного объекта** описаны в табл. 9.

Табл. 9. Свойства понятия **Техногенный объект**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| id | уникальный идентификатор |
| point | геологическая точка (п.1.1.1.1.4) - центр техногенного объекта |
| riskobjecttype | тип техногенного объекта (п. 1.1.1.1.7) |
| cadastretype | кадастровый тип земли (п. 1.1.1.1.5) |
| name | наименование техногенного объекта и его адрес |

* + - * 1. **Природоохранный объект (EcoObject)**

**Природоохранный объект –** понятие, описывающее любой географический объект, загрязнение которого при разливе нефтепродуктов может привести к серьезным (с точки зрения экологии) последствиям. Свойства понятия **Природоохранный объект** описаны в табл. 10.

Табл. 10. Свойства понятия **Природоохранный объект**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| id | уникальный идентификатор |
| ecoobjecttype | тип природоохранного объекта (п.1.1.1.1.7) |
| point | геологическая точка (п.1.1.1.1.4) - ближайшая точка природоохранного объекта |
| cadastretype | кадастровый тип земли (п. 1.1.1.1.5) |
| name | наименование природоохранного объекта |

* + - * 1. **Опорная геологическая точка (AnchorPoint)**

**Опорная геологическая точка –** геологическая точка, для которой известны все ее геологические свойства (п.1.1.1.1.4). Свойства **Опорной геологической точки** описаны в табл. 11. .

Табл. 11. Свойства понятия **Опорная геологическая точка**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| id | уникальный идентификатор |
| point | геологическая точка (п.1.1.1.1.4) |
| cadastretype | кадастровый тип земли (п. 1.1.1.1.5) |

* + - * 1. **Разлив (SpreadPoint)**

**Разлив -** понятие, характеризующее утечку нефтепродукта в геологической точке. Свойства понятия **Разлив** описано в табл. 10.

Табл. 12. Свойства понятия **Разлив**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| point | геологическая точка (п.1.1.1.1.8) - центр разлива |
| cadastretype | кадастровый тип земли (п.1.1.1.1.5) |
| riskobject | техногенный объект (п.1.1.1.1.9), если значение null, то разлив не связан с техногенным объектом |
| petrochemicaltype | тип нефтепродукта (п.1.1.1.1.3) |
| volume | объем разлитого нефтепродукта в метрах куб. |

* + - * 1. **Инцидент (Incident)**

**Инцидент** – происшествие, связанное с разливом нефтепродуктов. Свойства понятия **Инцидент** описаны в табл. 13.

Табл. 13. Свойства понятия **Инцидент**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| id | уникальный идентификатор инцидента |
| incidenttype | тип инцидента (1.1.1.1.4) |
| date | дата и время инцидента |
| date\_message | дата и время регистрации инцидента в системе |
| spreadpoint | разлив (1.1.1.1.12) |

* + - * 1. **Коэффициент растекания нефтепродукта (SreadingCoefficient)**

**Коэффициент растекания нефтепродукта** – целочисленная величина, позволяющая получить площадь разлива нефтепродукта исходя из типа нефтепродукта, объема разлива, типа грунта, и угла наклона плоскости поверхности. Имеет размерность метр квадратный/метр кубический. Свойства понятия **Коэффициент растекания нефтепродукта** описанв  табл. 14.

Табл. 14. Свойства понятия **Коэффициент растекания нефтепродукта**

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| petrochemicaltype | тип нефтепродукта (п.1.1.1.1.3) |
| groundtype | тип грунта (п.1.1.1.1.2) |
| minvalue | левое значение диапазона объема нефтепродукта в метрах кубических |
| minvalue | правое значение диапазона объема нефтепродукта в метрах кубических |
| minangle | левое значение диапазона угла наклона в градусах |
| maxangle | правое значение диапазона угла наклона в градусах |
| value | значение коэффициента растекания нефтепродукта м2/м3 |

* + - * 1. **Наземная точка загрязнения**

**Наземная точка загрязнения** – понятие, определяющее геологическую точку с дополнительными свойствами, характеризующими степень ee загрязнения нефтепродуктами. Свойства понятия **Наземная точка загрязнения** описаны в табл. 13.

Табл. 13. Свойства понятия **Наземная точка загрязнения** (GroundPolution)

|  |  |
| --- | --- |
| Свойство | Пояснение |
| point | геологическая точка (п.1.1.1.1.4) |
| watertime | время достижения грунтовых вод в геологической точке в сутках |
| petrochemical | тип нефтепродукта загрязняющего геологическую точку (1.1.1.1.3) |
| concentration | концентрация нефтепродукта в точке |

* + - * 1. **Точка загрязнения грунтовых вод**