



Национальный исследовательский
университет
«Высшая школа экономики»

Факультет социально-
экономических и
компьютерных наук

г.Пермь
2022

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНЫХ КУРАТОРОВ, ОСНОВАННЫХ НА ПРАВИЛАХ, ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Выпускная квалификационная работа

Автор работы: студентка группы ПИ-18-2
Фокина Виктория Анатольевна

Руководитель: к.т.н., доцент кафедры информационных технологий в бизнесе
Викентьева Ольга Леонидовна



План доклада

- Проблема
- Обзор современных исследований, обоснование актуальности
- Объект, предмет исследования, цель, задачи исследования и ограничения
- Методы и инструменты исследования
- Результаты анализа, проектирования и реализации системы
- Полученные результаты, практическая значимость
- Перспективы развития



Проблема

Системы управления зданием обычно основаны на мультиагентной модели.

Механизм принятия решений может быть реализован различными методами искусственного интеллекта.

Гипотеза

Система управления зданием может быть построена на правилах.



Современные исследования

Были рассмотрены реализации систем управления зданием с помощью мультиагентных систем, систем, основанных на правилах, нейронных сетей.

В исследованиях:

- Показано повышение производительности, снижение ресурсных затрат.
- Мало поднимается вопрос об устойчивости систем к неожиданным ситуациям.
- Не выявляются достоинства и недостатки реализации.



Цель

Разработать прототип системы виртуальных кураторов для интеллектуальных зданий, механизм принятия решений которых реализован как система, основанная на правилах.

Объект

Процессы управления оборудованием, возложенные на кураторов.

Предмет

Разработка прототипа мультиагентной системы управления интеллектуальным зданием, состоящей из виртуальных кураторов, основанных на правилах.



Задачи

- 1) выполнить анализ задачи разработки виртуальных кураторов для интеллектуальных зданий;
- 2) произвести анализ используемых подходов к реализации системы;
- 3) выполнить проектирование системы виртуальных кураторов;
- 4) разработать и протестировать исследовательский прототип системы управления зданием.



Ограничения

- Работа с аппаратными средствами и программным обеспечением на уровне периферии не рассматривается.
- Сигналы из внешней среды имитируются средой тестирования (генератором событий), а также поступают по команде человека.



Методы

- Мультиагентная модель
- Системы, основанные на правилах
- Объектно-ориентированный метод анализа и проектирования

Инструменты

- Язык программирования Python
- Библиотека Experta
- Библиотеки Dependency-injector и Flask
- JavaScript и React JS



Интеграция со SKAI-Telehouse

SKAI-Telehouse – платформа для интеллектуального управления экосистемой здания: от многоквартирных домов и муниципальных зданий до жилых комплексов и коттеджных поселков.

В платформу могут быть интегрированы виртуальные кураторы.

Для реализации были выбраны кураторы 3 типов:

- куратор доступа,
- куратор безопасности,
- куратор мониторинга ресурсов.

Требования

- Каждый куратор - независимый компонент
- Способность к кооперации
- Добавление новых кураторов без приостановки системы
- Добавление новых видов кураторов с наименьшими затратами

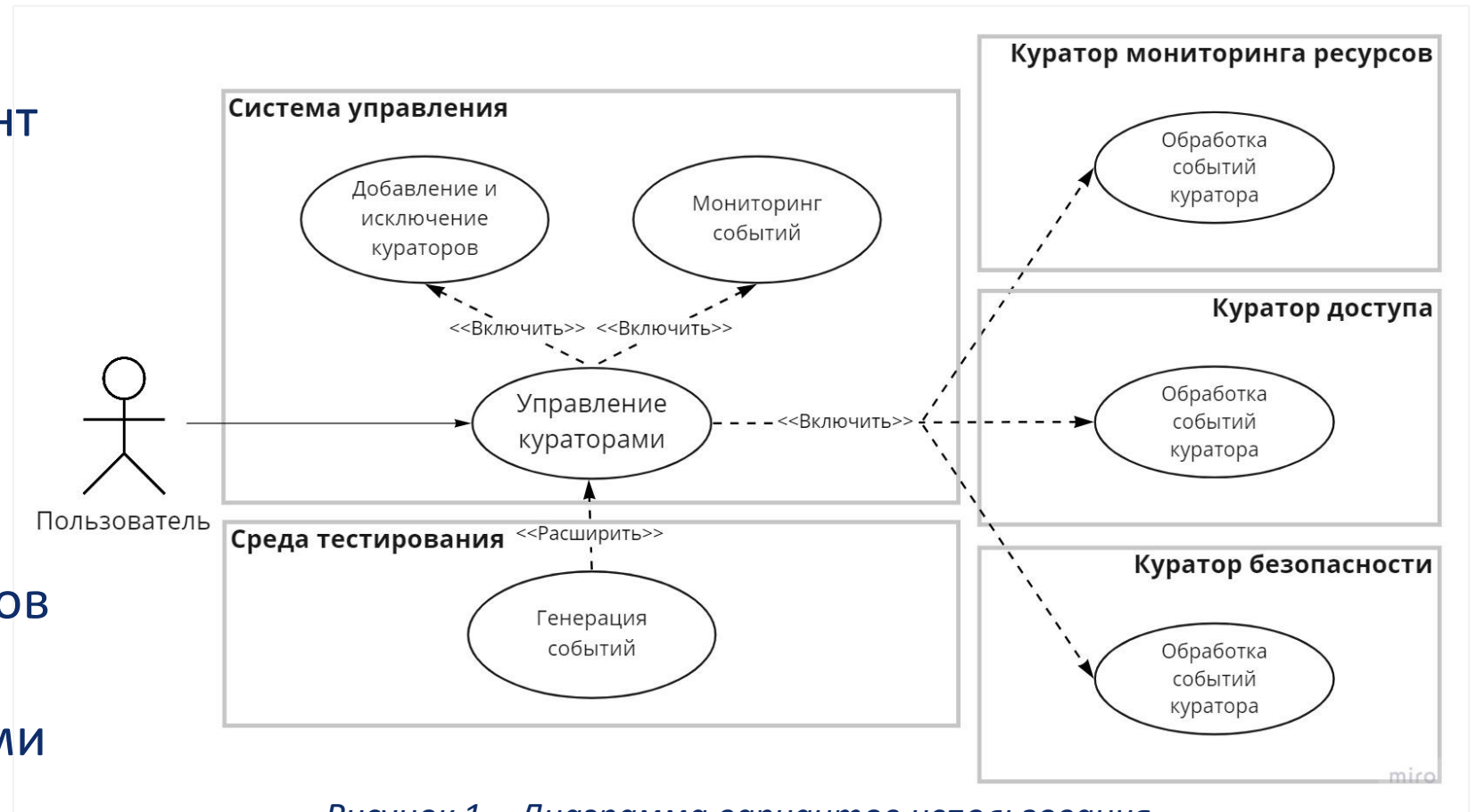


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования



Проектирование

Были сделаны:

- базы правил для каждого куратора,
- архитектура системы виртуальных кураторов,
- архитектура отдельных компонентов,
- диаграммы классов,
- REST API для системы управления.



Архитектура системы

- Каждый куратор, генератор событий и система управления являются отдельными приложениями.
- Взаимодействие осуществляется через socket-соединение.

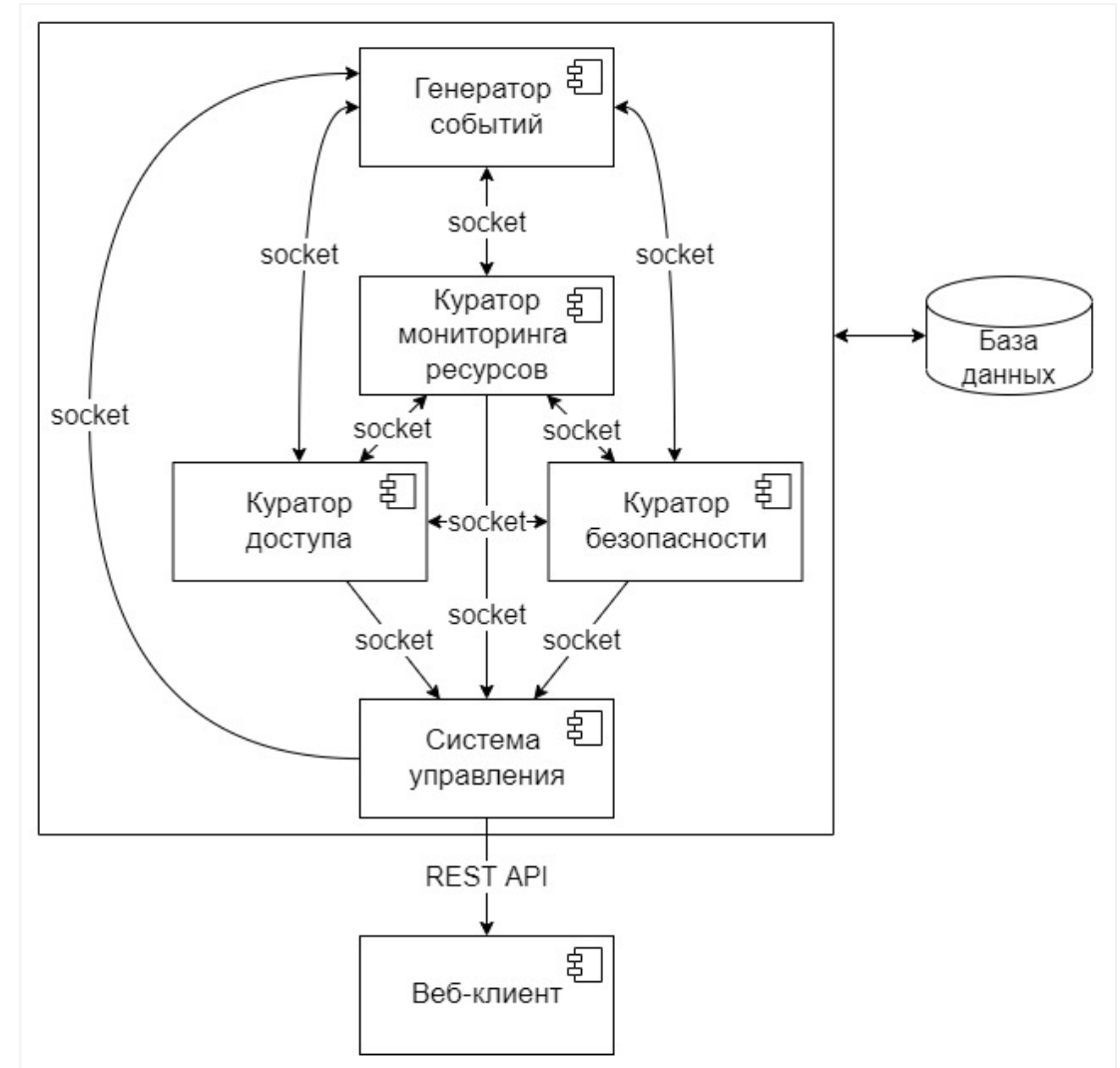


Рисунок 2 – Компоненты системы на верхнем уровне

Архитектура системы

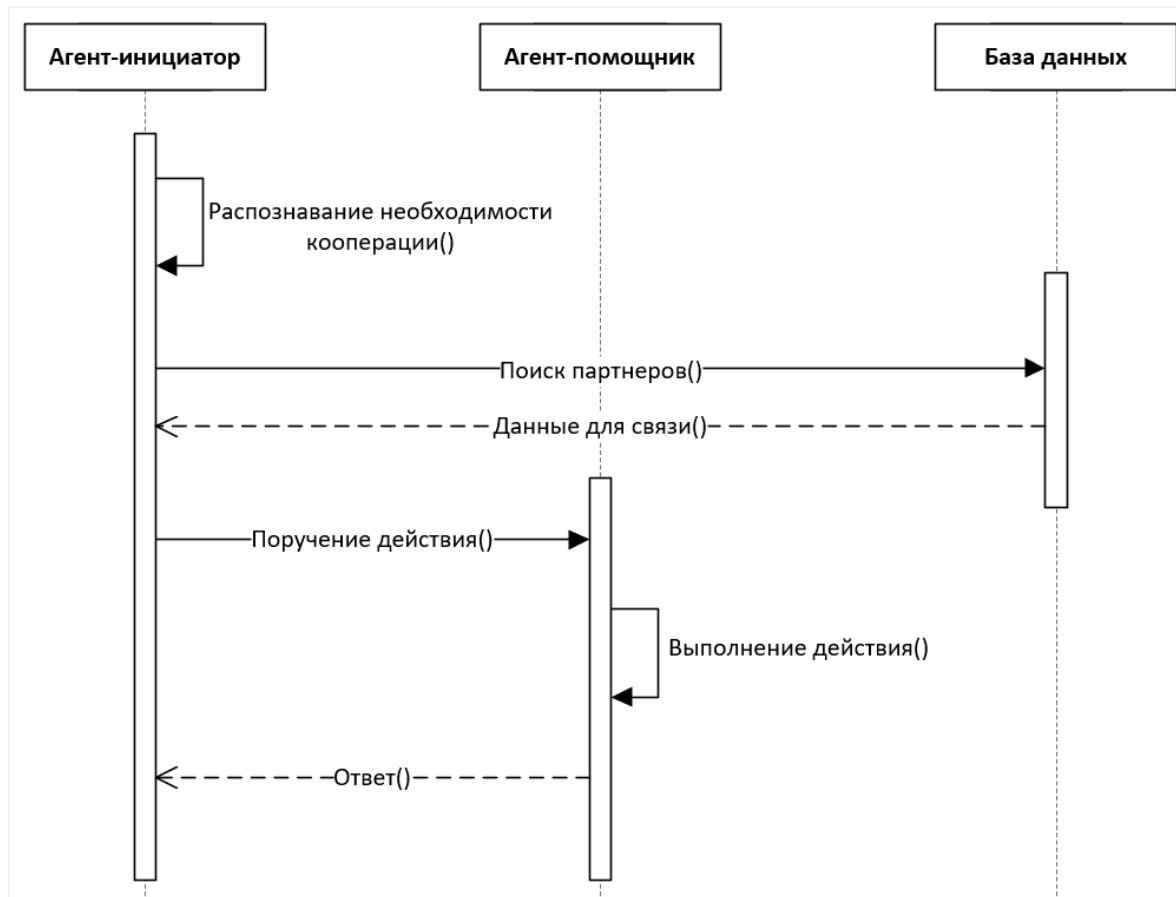


Рисунок 3 – Схема кооперации

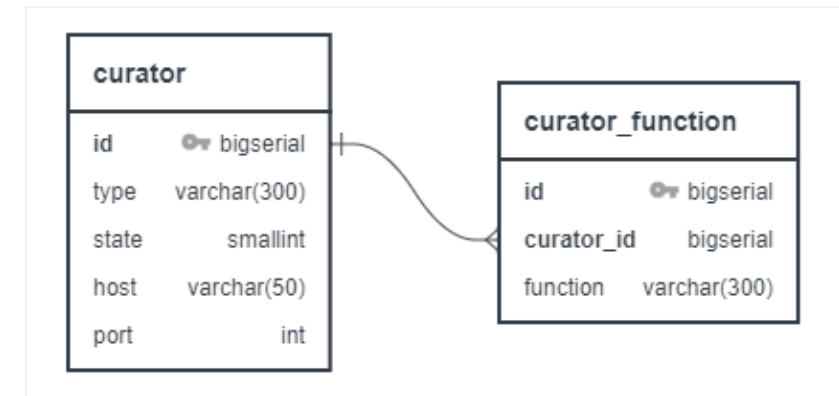


Рисунок 4 – База данных кураторов

Архитектура компонентов

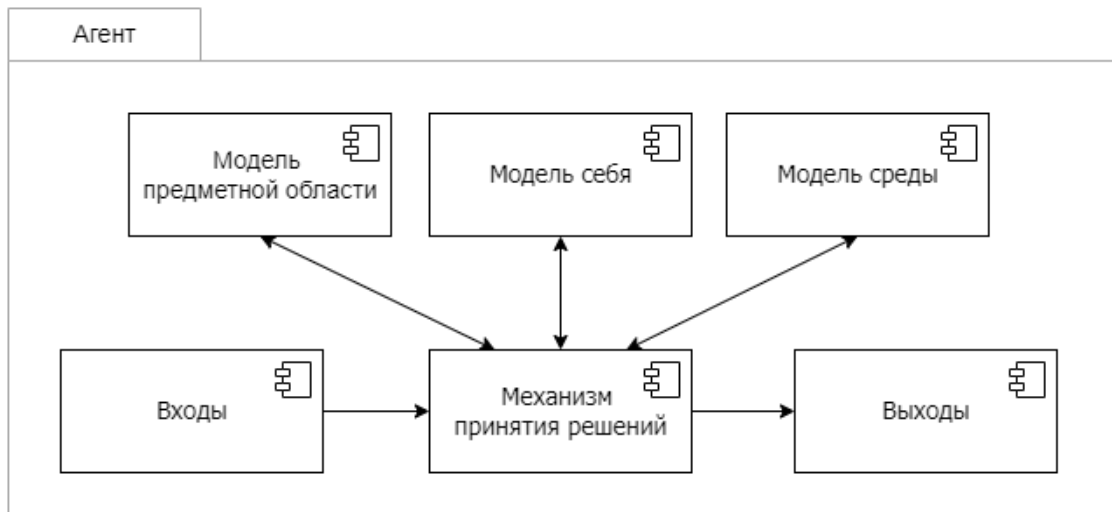


Рисунок 5 – Компоненты кураторов

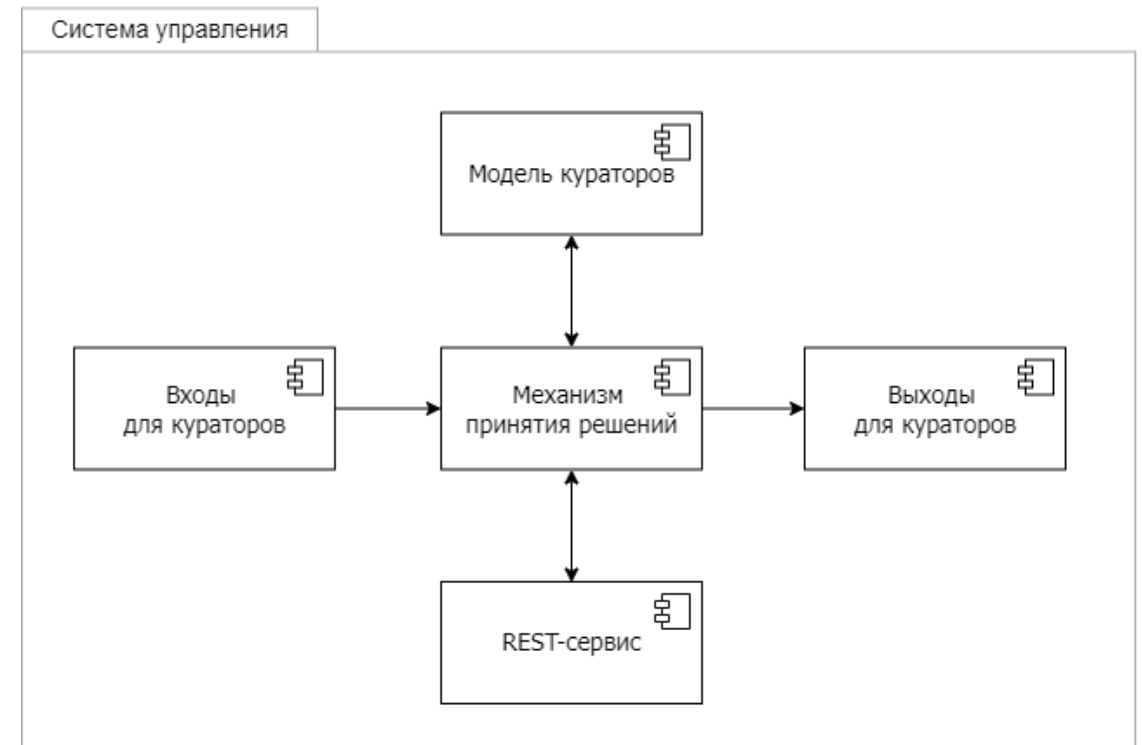


Рисунок 6 – Компоненты системы управления



Реализация

- Одна точка входа для кураторов, одна – для системы управления
- Указание типа куратора в конфигурационном файле

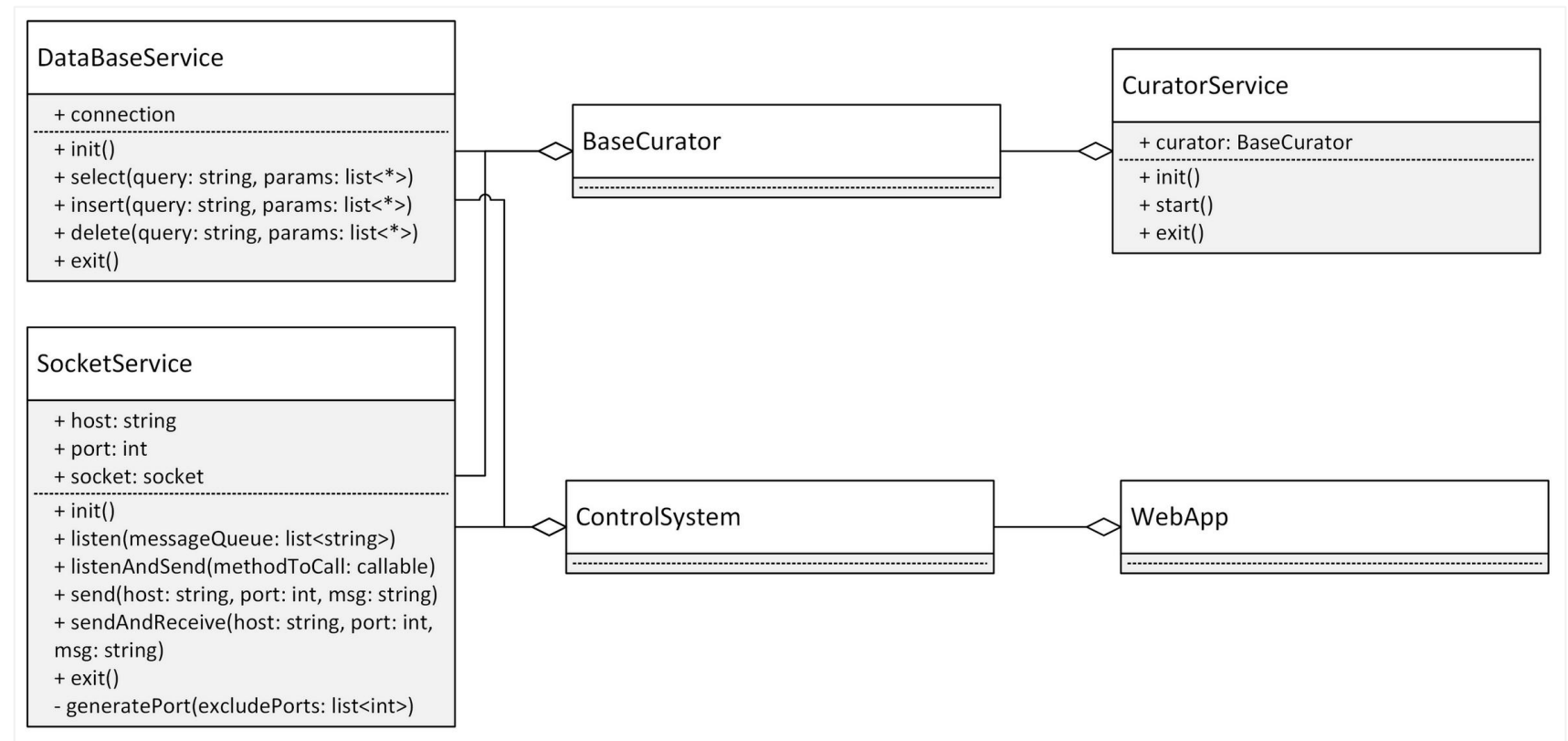


Рисунок 7 – Схема внедрения зависимостей

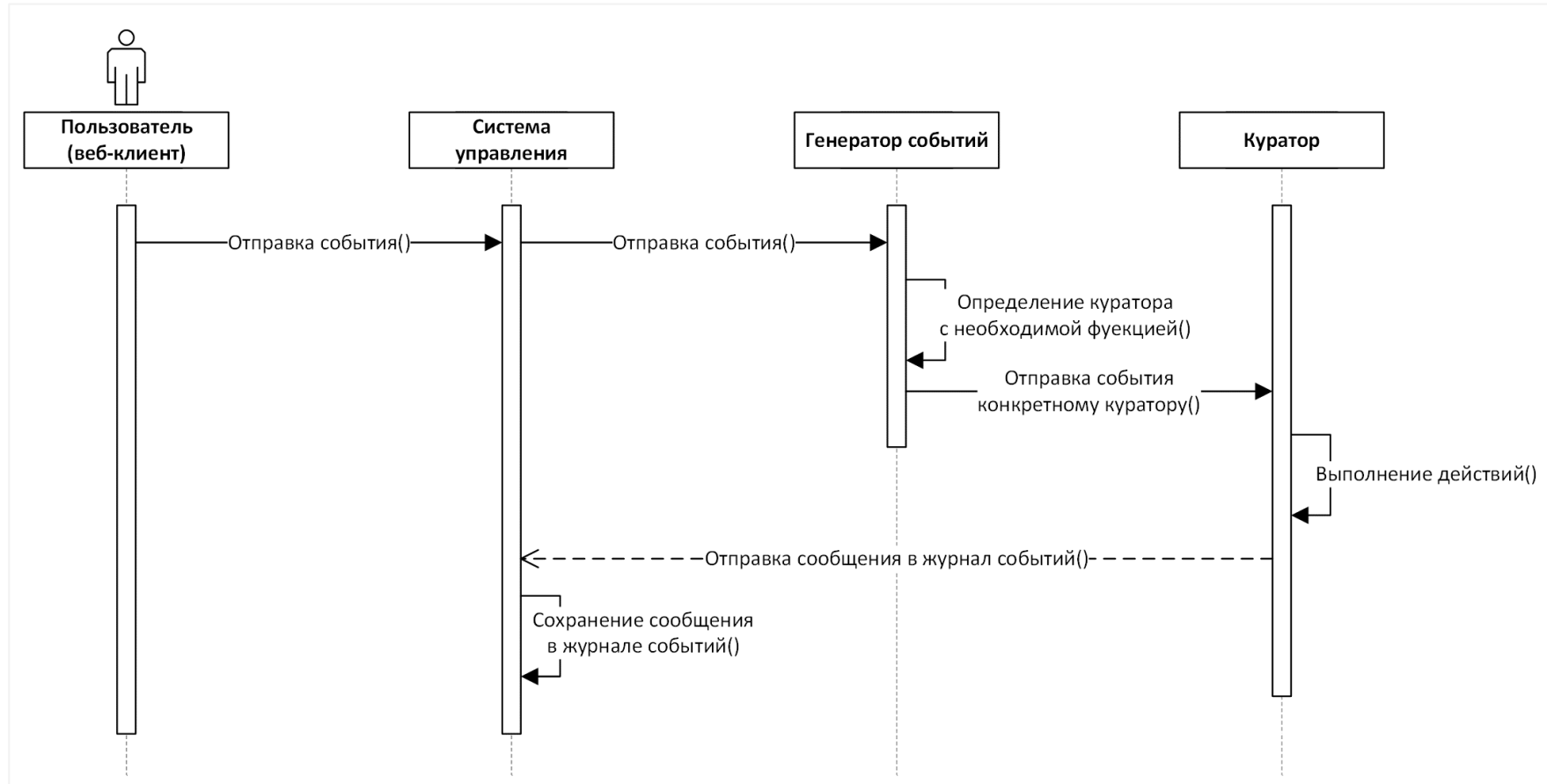


Рисунок 8 – Схема взаимодействия компонентов. Часть 1

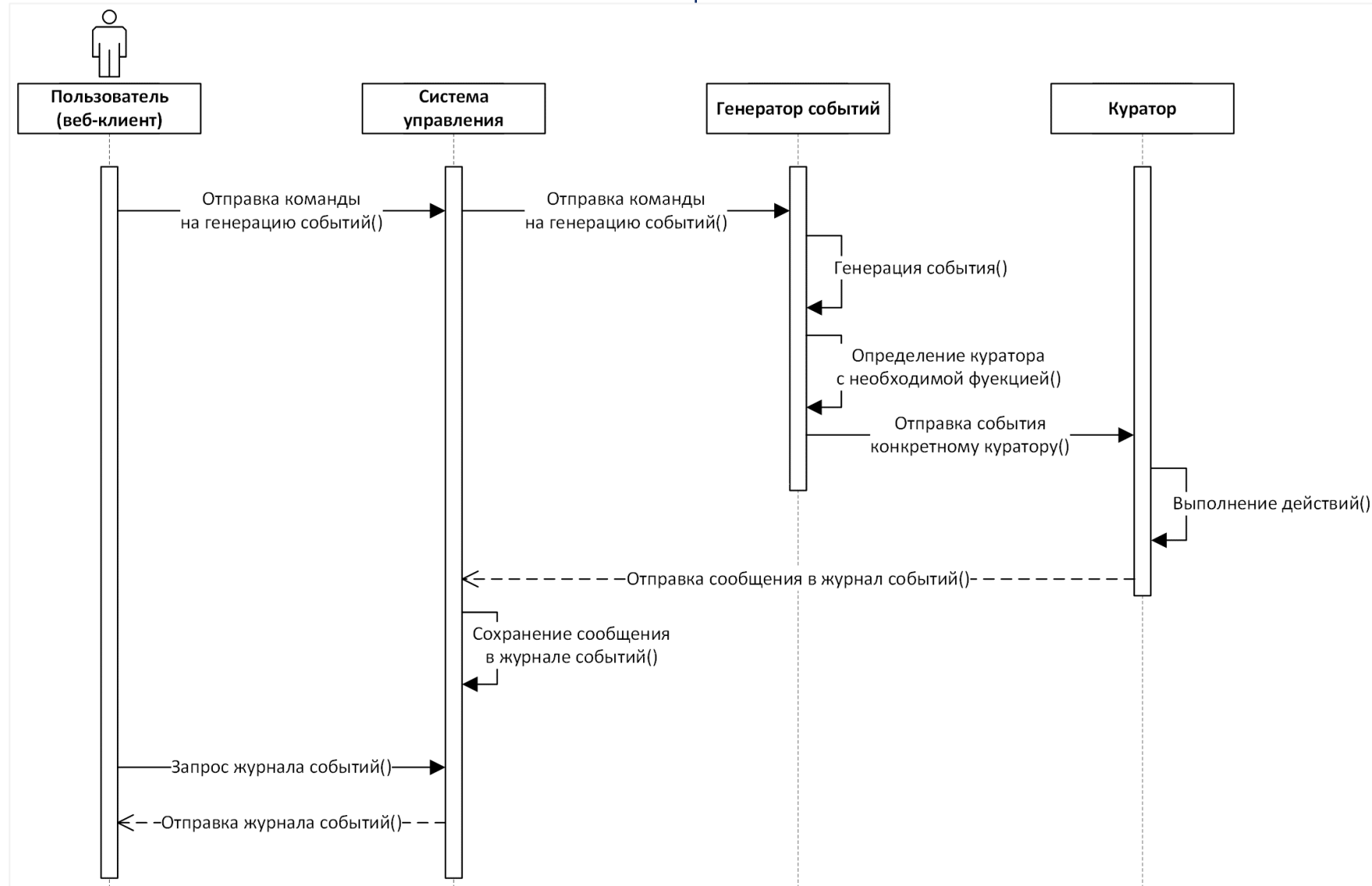


Рисунок 9 – Схема взаимодействия компонентов. Часть 2



```
C:\Windows\system32\cmd.exe - C:\Users\vikon\virtualenvs\diploma-nOrLWWh\Scripts\python.exe c:\Users\vikon\source\repos\di...
2022-05-11 13:43:09,260 - DEBUG - [Thread-1] Services.DataBaseService.DataBaseService:53 : Insert sql statement : INSERT
INTO curator_function (curator_id, function) VALUES (%s, %s) RETURNING id (333, 'Fire')
2022-05-11 13:43:09,286 - DEBUG - [Thread-1] Components.ControlSystem.ControlSystem:99 : write to DB function Call for S
ecurityCurator_333
2022-05-11 13:43:09,286 - DEBUG - [Thread-1] Services.DataBaseService.DataBaseService:53 : INTO curator_function (curator_id, function) VALUES (%s, %s) RETURNING id (333, 'Call')
2022-05-11 13:43:09,294 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:55 : se
"ControlSystem", "id": null, "ip": "192.168.0.168", "port": 4000, "command": "register", "SQL
2022-05-11 13:43:09,295 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:53 : e": "ResourceManagementCurator", "id": 330, "ip": "192.168.0.168", "port": 5143}, "comm
curator is active", "environmentState": {"accident": "nothing"}, "curatorState": {"ener
11 bulbs_are_broken": false, "emergency_lights": false}}
2022-05-11 13:43:09,295 - CURATOR EVENT - ResourceManagementCurator_330 : curator is ac
2022-05-11 13:43:09,296 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:55 : SQL
2022-05-11 13:43:09,297 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:53 : e": "EventGenerator", "id": 331, "ip": "192.168.0.168", "port": 8829}, "command": "i
active", "environmentState": {"accident": "nothing"}, "curatorState": null}}
2022-05-11 13:43:09,297 - CURATOR EVENT - EventGenerator_331 : curator is active
2022-05-11 13:43:09,297 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:55 : SQL
2022-05-11 13:43:09,302 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:53 : e": "AccessCurator", "id": 332, "ip": "192.168.0.168", "port": 8599}, "command": "i
ctive", "environmentState": {"accident": "nothing"}, "curatorState": {"access": 12022-05-11 13:43:08,304 - DEBUG - [MainThread] Services.DataBaseService.DataBaseService:26 : start connection to Postgre
2022-05-11 13:43:09,302 - CURATOR EVENT - AccessCurator_332 : curator is active
2022-05-11 13:43:09,303 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:55 : SQL
2022-05-11 13:43:09,304 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:53 : e": "SecurityCurator", "id": 333, "ip": "192.168.0.168", "port": 7772}, "command": {"alert_syt 4000 message: {"sender": {"type": "EventGenerator", "id": null, "ip": "192.168.0.168", "port": 8829}, "command": "regi
2022-05-11 13:43:09,304 - CURATOR EVENT - SecurityCurator_333 : curator is activester", "params": {"functions": [], "environmentState": {"accident": "nothing"}, "curatorState": null}}
2022-05-11 13:43:09,304 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:55 : SQL
2022-05-11 13:43:09,181 - DEBUG - [MainThread] Services.SocketService.SocketService:77 : receive answer: {"sender": {"ty
pe": "ControlSystem", "id": null, "ip": "192.168.0.168", "port": 4000}, "command": "register", "params": {"id": 331}}
2022-05-11 13:43:09,181 - DEBUG - [MainThread] Components.Curator.EventGenerator:87 : registered with id = 331
2022-05-11 13:43:09,182 - DEBUG - [MainThread] Components.Curator.EventGenerator:29 : create EventGenerator_331
2022-05-11 13:43:09,182 - DEBUG - [MainThread] Services.SocketService.SocketService:64 : send to host 192.168.0.168, por
t 4000 message: {"sender": {"type": "EventGenerator", "id": 331, "ip": "192.168.0.168", "port": 8829}, "command": "info
", "params": {"log": "curator is active", "environmentState": {"accident": "nothing"}, "curatorState": null}}
2022-05-11 13:43:09,187 - DEBUG - [Thread-1] Services.SocketService.SocketService:28 : start listening host: 192.168.0.1
68, port: 8829
```

Рисунок 10 – Консоли системы управления и кураторов



2022-05-11 13:43:09.296051 - ResourceManagementCurator_330 : curator is active

2022-05-11 13:43:09.297592 - EventGenerator_331 : curator is active

2022-05-11 13:43:09.303707 - AccessCurator_332 : curator is active

2022-05-11 13:43:09.304420 - SecurityCurator_333 : curator is active

2022-05-11 13:50:05.117895 - EventGenerator_331 : event generation has started

2022-05-11 13:50:20.360210 - EventGenerator_331 : send event Motion(True)

2022-05-11 13:50:20.582013 - ResourceManagementCurator_330 : turn on the light

2022-05-11 13:50:35.338171 - EventGenerator_331 : send event Motion(True)

2022-05-11 13:50:37.283032 - EventGenerator_331 : send event Access(admission=False)

2022-05-11 13:50:37.530142 - AccessCurator_332 : the person without the access card cannot pass

2022-05-11 13:50:50.301823 - EventGenerator_331 : send event Motion(False)

2022-05-11 13:50:50.438281 - ResourceManagementCurator_330 : turn off the light

2022-05-11 13:51:05.204025 - EventGenerator_331 : send event Violation()

2022-05-11 13:52:05.252044 - ResourceManagementCurator_330 : turn on the light

2022-05-11 13:52:05.579304 - ResourceManagementCurator_330 : turn on the light

2022-05-11 13:52:35.812877 - ResourceManagementCurator_330 : the fire breaks out

2022-05-11 13:52:35.827101 - ResourceManagementCurator_330 : energy supply is off, emergency lights are switched on

environment state: fire

energy supply: switched off

light: true

all bulbs are broken: false

emergency lights: true

2022-05-11 13:43:09.296051 - ResourceManagementCurator_330 : curator is active

2022-05-11 13:50:20.582013 - ResourceManagementCurator_330 : turn on the light

2022-05-11 13:50:50.438281 - ResourceManagementCurator_330 : turn off the light

2022-05-11 13:51:05.436101 - ResourceManagementCurator_330 : turn on the light

2022-05-11 13:51:20.507705 - ResourceManagementCurator_330 : turn off the light

2022-05-11 13:52:05.469293 - ResourceManagementCurator_330 : turn on the light

2022-05-11 13:52:20.520244 - ResourceManagementCurator_330 : turn off the light

2022-05-11 13:52:35.579304 - ResourceManagementCurator_330 : turn on the light

2022-05-11 13:52:35.812877 - ResourceManagementCurator_330 : the fire breaks out

2022-05-11 13:52:35.827101 - ResourceManagementCurator_330 : energy supply is off, emergency lights are switched on

2022-05-11 13:43:09.297592 - EventGenerator_331 : curator is active

2022-05-11 13:50:05.117895 - EventGenerator_331 : event generation has started

2022-05-11 13:50:20.360210 - EventGenerator_331 : send event Motion(True)

2022-05-11 13:50:35.338171 - EventGenerator_331 : send event Motion(True)

2022-05-11 13:50:37.283032 - EventGenerator_331 : send event Access(admission=False)

2022-05-11 13:50:50.301823 - EventGenerator_331 : send event Motion(False)

2022-05-11 13:51:05.204025 - EventGenerator_331 : send event Violation()

2022-05-11 13:51:05.242926 - EventGenerator_331 : send event Motion(True)

2022-05-11 13:51:20.292897 - EventGenerator_331 : send event Motion(False)

2022-05-11 13:51:35.414861 - EventGenerator_331 : send event Motion(False)

2022-05-11 13:51:43.187084 - EventGenerator_331 : send event Access(admission=True)

2022-05-11 13:51:50.327565 - EventGenerator_331 : send event Motion(False)

2022-05-11 13:52:05.245208 - EventGenerator_331 : send event Violation()

2022-05-11 13:52:35.664696 - SecurityCurator_333 : alert system is on

environment state: fire

alert system: true

2022-05-11 13:43:09.297592 - EventGenerator_331 : curator is active

2022-05-11 13:51:05.539896 - SecurityCurator_333 : call to the security

2022-05-11 13:52:05.595122 - SecurityCurator_333 : call to the security

2022-05-11 13:52:35.651821 - SecurityCurator_333 : the fire breaks out

2022-05-11 13:52:35.664696 - SecurityCurator_333 : alert system is on

AccessCurator

environment state: fire

access: denied

emergency exits: true

2022-05-11 13:43:09.303707 - AccessCurator_332 : curator is active

2022-05-11 13:50:37.530142 - AccessCurator_332 : the person without the access card cannot pass

2022-05-11 13:51:05.450128 - AccessCurator_332 : the person has entered the territory illegally

2022-05-11 13:51:05.453031 - AccessCurator_332 : a request has been sent to the curator to call security

2022-05-11 13:51:43.356871 - AccessCurator_332 : the person with the access card have passed

SecurityCurator

environment state: fire

alert system: true

2022-05-11 13:43:09.304420 - SecurityCurator_333 : curator is active

2022-05-11 13:51:05.539896 - SecurityCurator_333 : call to the security

2022-05-11 13:52:05.595122 - SecurityCurator_333 : call to the security

2022-05-11 13:52:35.651821 - SecurityCurator_333 : the fire breaks out

2022-05-11 13:52:35.664696 - SecurityCurator_333 : alert system is on

Fire(true)

Access(true)

Motion(true)

BrokenBulb()

BrokenEnergySupply()

Fire(false)

Access(false)

Motion(false)

Violation()

Generate(true)

Generate(false)

Рисунок 11 – Веб-интерфейс

В конец



Результаты

- Проведен анализ методов разработки мультиагентных систем и систем, основанных на правилах.
- Выполнено проектирование распределенной системы виртуальных кураторов.
- Реализован прототип системы виртуальных кураторов. Прототип состоит из трех типов кураторов, генератора событий и системы управления. Механизм принятия решений кураторов основан на правилах.



Достоинства и недостатки

Плюсы реализации кураторов как систем, основанных на правилах:

- простота разработки,
- оптимизированное по времени решение,
- всегда предсказуемый результат.

Минусы выбранного подхода:

- игнорирование неожиданных системой ситуаций.



Перспективы развития

- Добавление в систему кураторов новых видов
- Расширение функций системы, основанной на правилах
- Рассмотрение конкуренции кураторов
- Реализация механизма принятия решений другим методом искусственного интеллекта, проведение исследования
- Доработка прототипа до практического применения

Спасибо за внимание!

**РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНЫХ КУРАТОРОВ,
ОСНОВАННЫХ НА ПРАВИЛАХ, ДЛЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ**



Фокина Виктория Анатольевна

Пермь

2022

Проблема

Системы управления зданием обычно основаны на мультиагентной модели.

Механизм принятия решений может быть реализован различными методами искусственного интеллекта.

Гипотеза

Система управления зданием может быть построена на правилах.

Современные исследования

Были рассмотрены реализации систем управления зданием с помощью мультиагентных систем, систем, основанных на правилах, нейронных сетей.

В исследованиях:

- Показано повышение производительности, снижение ресурсных затрат.
- Мало поднимается вопрос об устойчивости систем к неожиданным ситуациям.
- Не выявляются достоинства и недостатки реализации.

Цель

Разработать прототип системы виртуальных кураторов для интеллектуальных зданий, механизм принятия решений которых реализован как система, основанная на правилах.

Объект

Процессы управления оборудованием, возложенные на кураторов.

Предмет

Разработка прототипа мультиагентной системы управления интеллектуальным зданием, состоящей из виртуальных кураторов, основанных на правилах.

Задачи

- выполнить анализ задачи разработки виртуальных кураторов для интеллектуальных зданий;
- произвести анализ используемых подходов к реализации системы;
- выполнить проектирование системы виртуальных кураторов;
- разработать и протестировать исследовательский прототип системы управления зданием.

Ограничения

- Работа с аппаратными средствами и программным обеспечением на уровне периферии не рассматривается.
- Сигналы из внешней среды имитируются средой тестирования (генератором событий), а также поступают по команде человека.

Методы

- Мультиагентная модель
- Системы, основанные на правилах
- Объектно-ориентированный метод анализа и проектирования

Инструменты

- Язык программирования Python
- Библиотека Experta
- Библиотеки Dependency-injector и Flask
- JavaScript и React JS

Интеграция со SKAI-Telehouse

SKAI-Telehouse – платформа для интеллектуального управления экосистемой здания: от многоквартирных домов и муниципальных зданий до жилых комплексов и коттеджных поселков.

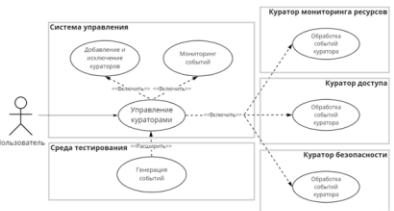
В платформу могут быть интегрированы виртуальные кураторы.

Для реализации были выбраны кураторы 3 типов:

- куратор доступа,
- куратор безопасности,
- куратор мониторинга ресурсов.

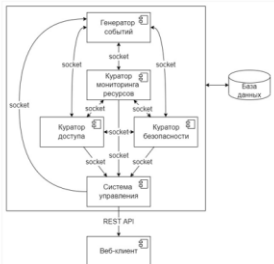
Требования

- Каждый куратор - независимый компонент
- Способность к кооперации
- Добавление новых кураторов без приостановки системы
- Добавление новых видов кураторов с наименьшими затратами

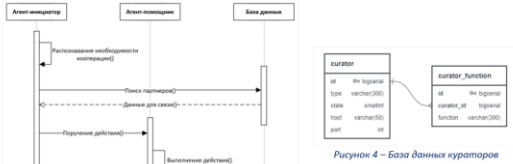


Архитектура системы

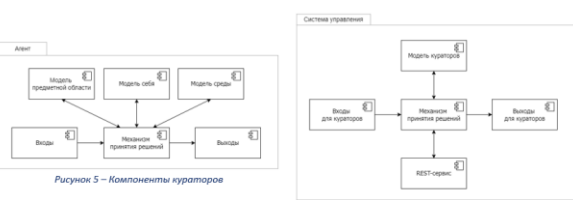
- Каждый куратор, генератор событий и система управления являются отдельными приложениями.
- Взаимодействие осуществляется через socket-соединение.



Архитектура системы

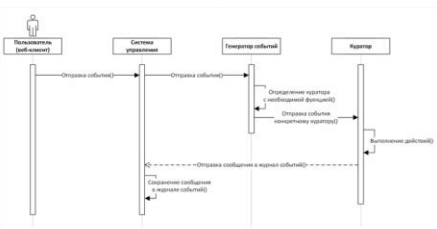
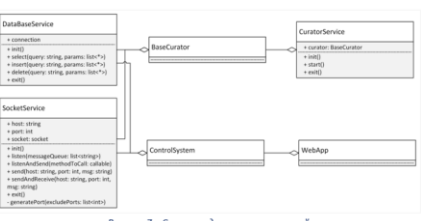


Архитектура компонентов



Реализация

- Одна точка входа для кураторов, одна – для системы управления
- Указание типа куратора в конфигурационном файле



Результаты

- Проведен анализ методов разработки мультиагентных систем и систем, основанных на правилах.
- Выполнено проектирование распределенной системы виртуальных кураторов.
- Реализован прототип системы виртуальных кураторов. Прототип состоит из трех типов кураторов, генератора событий и системы управления. Механизм принятия решений кураторов основан на правилах.

Достоинства и недостатки

- Плюсы реализации кураторов как систем, основанных на правилах:
- простота разработки,
 - оптимизированное по времени решение,
 - всегда предсказуемый результат.
- Минусы выбранного подхода:
- игнорирование неожиданных системой ситуаций.

Перспективы развития

- Добавление в систему кураторов новых видов
- Расширение функций системы, основанной на правилах
- Рассмотрение конкуренции кураторов
- Реализация механизма принятия решений другим методом искусственного интеллекта, проведение исследования
- Доработка прототипа до практического применения

Приложения

Таблица 4.1. Оценка для каждого мероприятия программы по воздействию				
	№	Содержание мероприятия	Временной план	Периоды осуществления работ
1	1.01	Мат. расходы	Непродолжительное (непродолжительное)	Землетрясение (2012)
	1.02	Мат. расходы	Непродолжительное (непродолжительное)	
2	2.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	2.02	То же	То же	
3	3.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	3.02	То же	То же	
4	4.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	4.02	То же	То же	
5	5.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	5.02	То же	То же	
6	6.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	6.02	То же	То же	
7	7.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	7.02	То же	То же	
8	8.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	8.02	То же	То же	
9	9.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	9.02	То же	То же	
10	10.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	10.02	То же	То же	
11	11.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	11.02	То же	То же	
12	12.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	12.02	То же	То же	
13	13.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	13.02	То же	То же	
14	14.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	14.02	То же	То же	
15	15.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	15.02	То же	То же	
16	16.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	16.02	То же	То же	
17	17.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	17.02	То же	То же	
18	18.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	18.02	То же	То же	
19	19.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	19.02	То же	То же	
20	20.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	20.02	То же	То же	
21	21.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	21.02	То же	То же	
22	22.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	22.02	То же	То же	
23	23.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	23.02	То же	То же	
24	24.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	24.02	То же	То же	
25	25.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	25.02	То же	То же	
26	26.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	26.02	То же	То же	
27	27.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	27.02	То же	То же	
28	28.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	28.02	То же	То же	
29	29.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	29.02	То же	То же	
30	30.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	30.02	То же	То же	
31	31.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	31.02	То же	То же	
32	32.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	32.02	То же	То же	
33	33.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	33.02	То же	То же	
34	34.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	34.02	То же	То же	
35	35.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	35.02	То же	То же	
36	36.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	36.02	То же	То же	
37	37.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	37.02	То же	То же	
38	38.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	38.02	То же	То же	
39	39.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	39.02	То же	То же	
40	40.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	40.02	То же	То же	
41	41.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	41.02	То же	То же	
42	42.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	42.02	То же	То же	
43	43.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	43.02	То же	То же	
44	44.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	44.02	То же	То же	
45	45.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	45.02	То же	То же	
46	46.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	46.02	То же	То же	
47	47.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	47.02	То же	То же	
48	48.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	48.02	То же	То же	
49	49.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	49.02	То же	То же	
50	50.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	50.02	То же	То же	
51	51.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	51.02	То же	То же	
52	52.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	52.02	То же	То же	
53	53.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	53.02	То же	То же	
54	54.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	54.02	То же	То же	
55	55.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	55.02	То же	То же	
56	56.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	56.02	То же	То же	
57	57.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	57.02	То же	То же	
58	58.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	58.02	То же	То же	
59	59.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	59.02	То же	То же	
60	60.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	60.02	То же	То же	
61	61.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	61.02	То же	То же	
62	62.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	62.02	То же	То же	
63	63.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	63.02	То же	То же	
64	64.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	64.02	То же	То же	
65	65.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	65.02	То же	То же	
66	66.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	66.02	То же	То же	
67	67.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	67.02	То же	То же	
68	68.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	68.02	То же	То же	
69	69.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	69.02	То же	То же	
70	70.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	70.02	То же	То же	
71	71.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	71.02	То же	То же	
72	72.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	72.02	То же	То же	
73	73.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	73.02	То же	То же	
74	74.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	74.02	То же	То же	
75	75.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	75.02	То же	То же	
76	76.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	76.02	То же	То же	
77	77.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	77.02	То же	То же	
78	78.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	78.02	То же	То же	
79	79.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	79.02	То же	То же	
80	80.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	80.02	То же	То же	
81	81.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	81.02	То же	То же	
82	82.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	82.02	То же	То же	
83	83.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	83.02	То же	То же	
84	84.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	84.02	То же	То же	
85	85.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	85.02	То же	То же	
86	86.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	86.02	То же	То же	
87	87.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	87.02	То же	То же	
88	88.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	88.02	То же	То же	
89	89.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	89.02	То же	То же	
90	90.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	90.02	То же	То же	
91	91.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	91.02	То же	То же	
92	92.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	92.02	То же	То же	
93	93.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	93.02	То же	То же	
94	94.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	94.02	То же	То же	
95	95.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	95.02	То же	То же	
96	96.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	96.02	То же	То же	
97	97.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	97.02	То же	То же	
98	98.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	98.02	То же	То же	
99	99.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	99.02	То же	То же	
100	100.01	То же	То же	Землетрясение (2012)
	100.02	То же	То же	

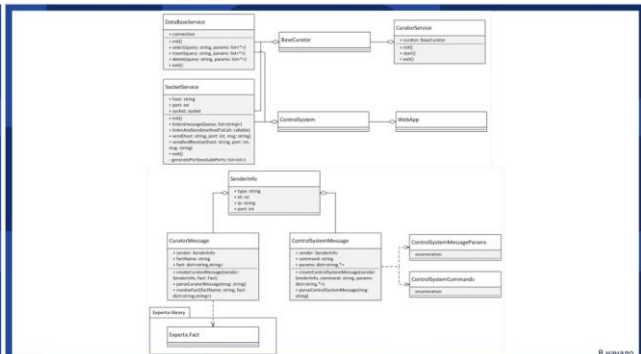
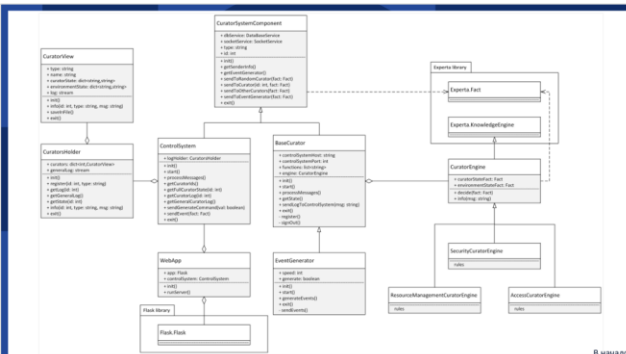
[illegible][illegible][illegible][illegible]

Таблица В.5 – Правила для куратора мониторинга ресурсов при поврежденном энергоснабжении

№	Состояние среды	Состояние куратора	Входной факт	Результат (Выходной сигнал)
KP-27	Все хорошо	Энергоснабжение повреждено Освещение выключено Осветительные приборы: есть работающие лампочки Аварийное освещение включено	Движение (есть)	Ничего не делать
KP-28	То же	То же	Движение (нет)	То же
KP-29	То же	То же	Разбита лампочка (номер лампочки)	Обращение к куратору безопасности для вызова ремонтника Отметить лампочку как разбитую Если все лампочки разбиты, изменение состояния на куратора «Осветительные приборы: все лампочки разбиты»
KP-30	То же	То же	Починена лампочка (номер лампочки)	Отметить лампочку как исправную
KP-31	То же	То же	Починено энергоснабжение	Изменение состояния куратора на «Энергоснабжение включено» и «Аварийное освещение выключено»
KP-32	То же	То же	Пожар (начался)	Изменение состояния среды на «Пожар»
KP-33	То же	Энергоснабжение повреждено Освещение выключено Осветительные приборы: все лампочки разбиты Аварийное освещение включено	Движение (есть)	Ничего не делать
KP-34	То же	То же	Движение (нет)	То же
KP-35	То же	То же	Починена лампочка (номер лампочки)	Отметить лампочку как исправную Изменение состояния куратора на «Осветительные приборы: есть работающие лампочки»

```
@Rule(AND(EnvirmentState(accident='fire'),
    Fire(False),
    NOT(ResourceManagementCuratorState(energy_supply=2))), salience=1)
def fire_ended_when_energy_supply_is_not_damaged(self):
    self.curatorStateFact = self.modify(self.curatorStateFact, energy_supply=1)
    self.info('energy supply is switched on')

@Rule(AND(OR(AND(EnvirmentState(accident='nothing'),
    Fire(True)),
    AND(EnvirmentState(accident='fire'),
    Fire(False))),
    ResourceManagementCuratorState(energy_supply=2)), salience=1)
def fire_when_energy_supply_is_damaged(self):
    self.info('energy supply has been damaged before')

@Rule(BrokenEnergySupply())
def energy_supply_is_damaged(self):
    self.curatorStateFact = self.modify(self.curatorStateFact, energy_supply=2)
    self.info('power supply fails to work')
    self.info('a request has been sent to the curator to call repairer')
    self.curator.sendToRandomCurator(Call('repairer', id=self.curator.id, target='energy_supply'))

@Rule(AND(EnvirmentState(accident='nothing'),
    RepairedEnergySupply()))
def energy_supply_is_repaired(self):
    self.curatorStateFact = self.modify(self.curatorStateFact, energy_supply=1)
    self.info('power supply has been repaired')

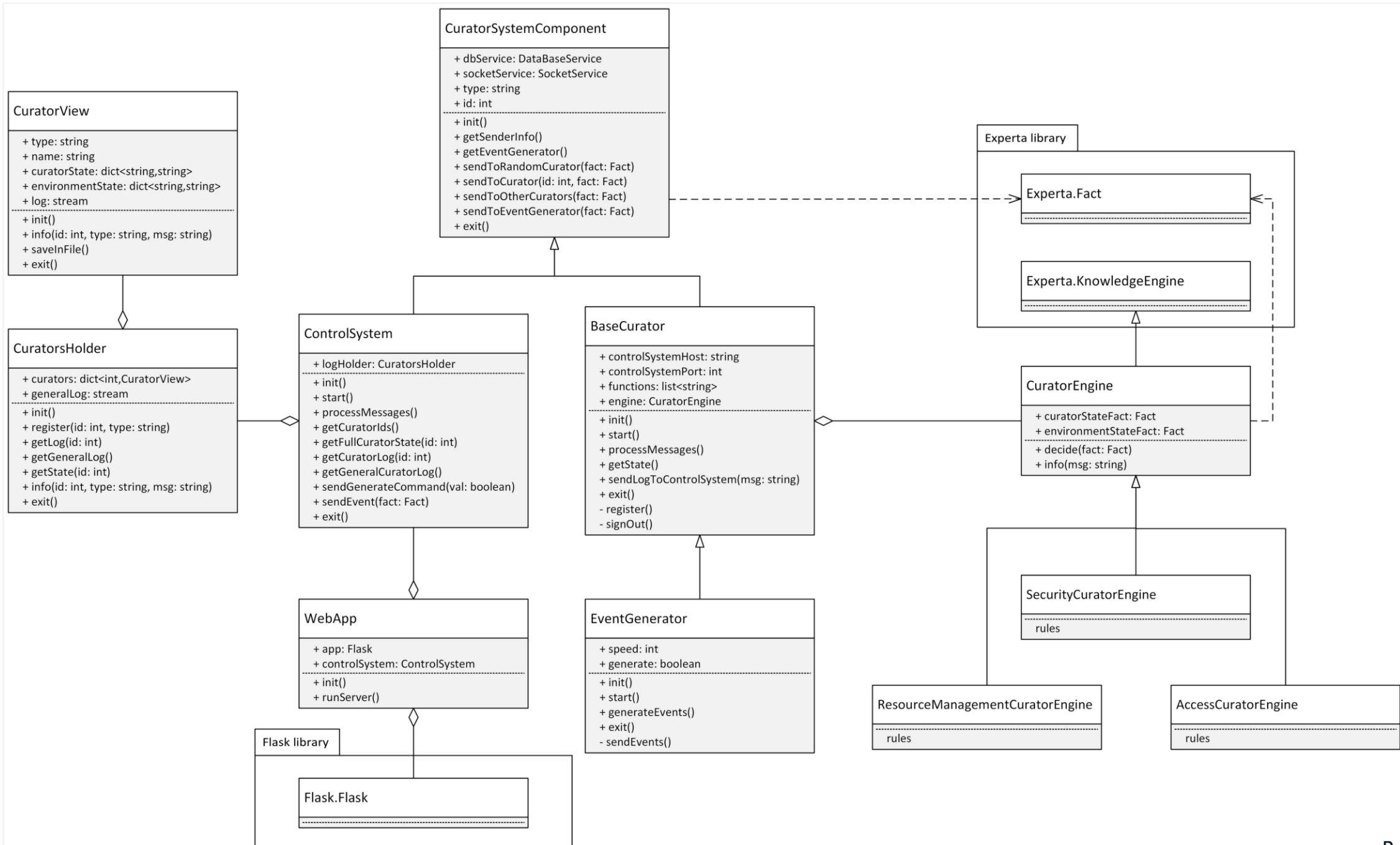
@Rule(AND(EnvirmentState(accident='fire'),
    RepairedEnergySupply()))
def energy_supply_is_repaired(self):
    self.curatorStateFact = self.modify(self.curatorStateFact, energy_supply=0)
    self.info('power supply has been repaired')

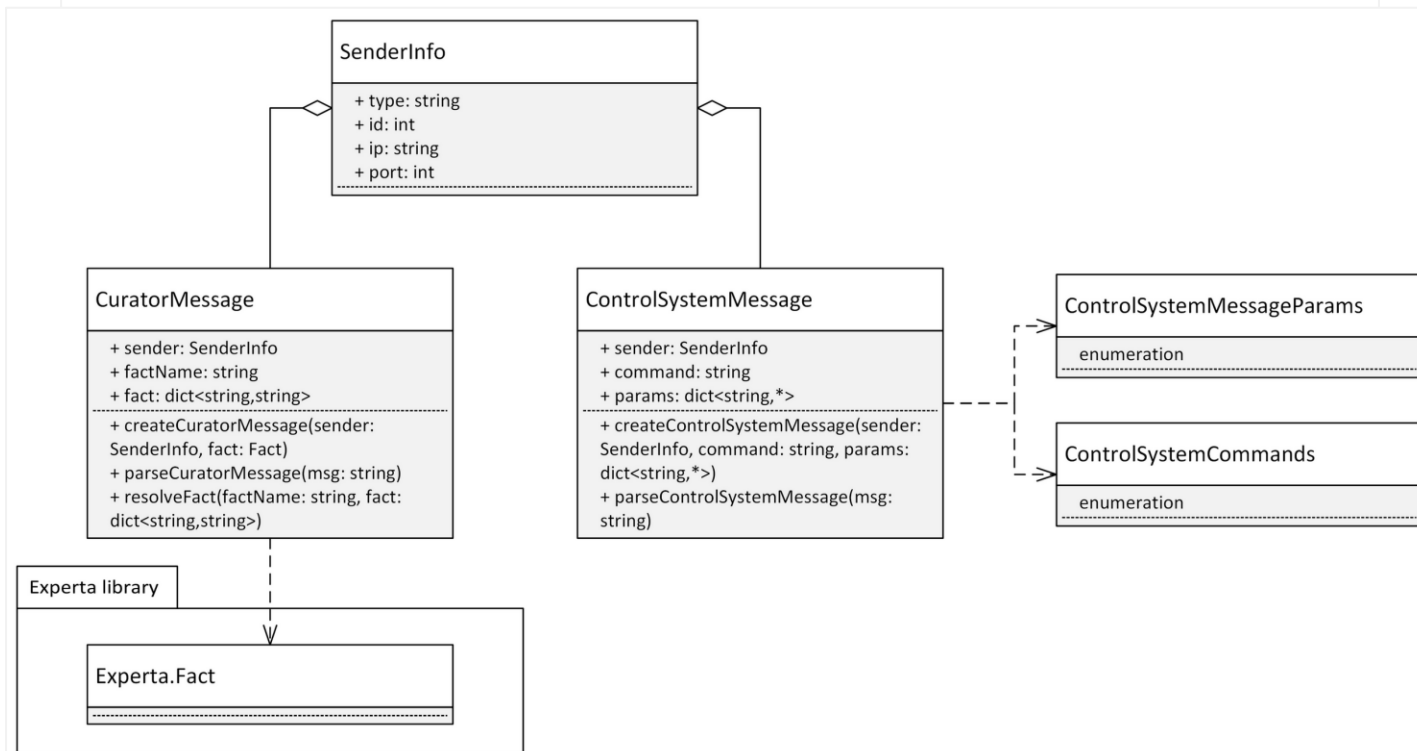
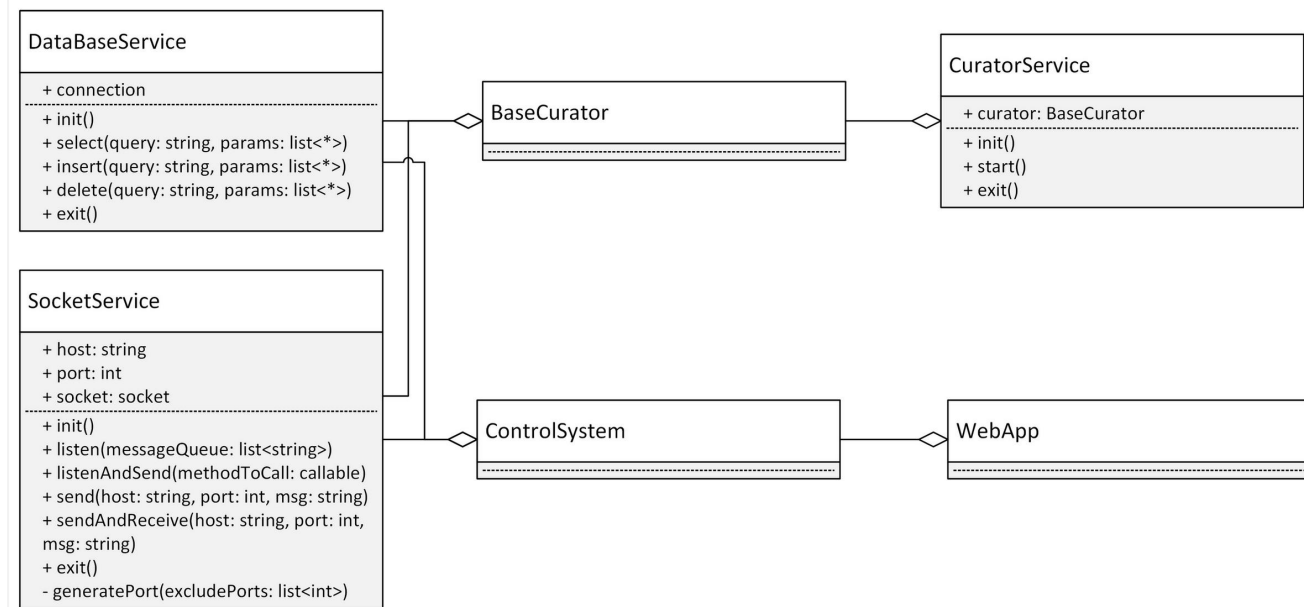
@Rule(AND(EnvirmentState(accident='nothing'),
    ResourceManagementCuratorState(energy_supply=1, light=False, all_bulbs_are_broken=False),
    Motion(True)))
def light_on(self):
    self.curatorStateFact = self.modify(self.curatorStateFact, light=True)
    self.info('turn on the light')

@Rule(OR(AND(EnvirmentState(accident='nothing'),
    ResourceManagementCuratorState(energy_supply=1, light=True, all_bulbs_are_broken=False),
    Motion(False)),
    ResourceManagementCuratorState(energy_supply=L(0) | L(2), light=True),
    ResourceManagementCuratorState(all_bulbs_are_broken=True, light=True)))
def light_off(self):
    self.curatorStateFact = self.modify(self.curatorStateFact, light=False)
    self.info('turn off the light')

@Rule(OR(ResourceManagementCuratorState(energy_supply=L(0) | L(2), emergencyLights=False),
    ResourceManagementCuratorState(all_bulbs_are_broken=True, emergencyLights=False)))
def emergency_light_on(self):
    self.curatorStateFact = self.modify(self.curatorStateFact, emergencyLights=True)
    self.info('emergency lights are switched on')

@Rule(ResourceManagementCuratorState(energy_supply=1, all_bulbs_are_broken=False, emergencyLights=True))
def emergency_light_off(self):
    self.curatorStateFact = self.modify(self.curatorStateFact, emergencyLights=False)
    self.info('emergency lights are off')
```





	A	B	C	D	E
1	declare time, millis	run time, millis	fact name	fact params	curator type
2		1,3116	42,7848 Violation	{}	AccessCurator
3		3,2216	67,2104 Violation	{}	AccessCurator
4		2,0254	19,9518 Access	{"admission": true}	AccessCurator
5		3,0456	23,9858 Access	{"admission": true}	AccessCurator
6		2,7652	57,7497 Violation	{}	AccessCurator
7		1,8355	96,0542 Violation	{}	AccessCurator
8		1,1430	36,2957 Fire	{"0": true, "fromCurator": true}	AccessCurator
9		2,1466	16,6593 Access	{"admission": true}	AccessCurator
10		2,1766	12,6447 Violation	{}	AccessCurator
11		1,9420	11,3654 Access	{"admission": false}	AccessCurator
12		0,5618	12,6668 Violation	{}	AccessCurator
13		0,6500	8,9252 Violation	{}	AccessCurator
14		0,6067	55,8590 Access	{"admission": true}	AccessCurator
15		0,5054	11,2303 Fire	{"0": false, "fromCurator": true}	AccessCurator
16		0,4549	17,7930 Violation	{}	AccessCurator
17		2,0299	65,4915 Violation	{}	AccessCurator
18		2,3770	8,4851 Access	{"admission": false}	AccessCurator
19		0,7942	12,9414 Access	{"admission": false}	AccessCurator
20		0,9631	25,0061 Violation	{}	AccessCurator
21		0,4138	9,7858 Fire	{"0": true, "fromCurator": true}	AccessCurator
22		1,7698	15,8506 Access	{"admission": false}	AccessCurator
23		2,6522	14,2382 Access	{"admission": true}	AccessCurator
24		1,9961	10,0713 Violation	{}	AccessCurator
25		0,5885	5,6767 Violation	{}	AccessCurator
26		1,6617	18,2755 Access	{"admission": true}	AccessCurator
27		1,9594	12,8019 Access	{"admission": true}	AccessCurator
28		1,8474	14,2592 Access	{"admission": true}	AccessCurator
29		1,5219	11,6468 Violation	{}	AccessCurator
30		0,7299	5,2649 Access	{"admission": true}	AccessCurator
31		0,6113	11,3126 Fire	{"0": false, "fromCurator": true}	AccessCurator
32		0,5742	19,0109 Violation	{}	AccessCurator
33		1,4767	74,9988 Violation	{}	AccessCurator
34		0,6236	3,8071 Access	{"admission": true}	AccessCurator
35		1,5130	63,8180 Violation	{}	AccessCurator
36		3,3363	7,2427 Access	{"admission": true}	AccessCurator
37		2,0627	62,0065 Violation	{}	AccessCurator
38		2,3468	70,5147 Violation	{}	AccessCurator
39		0,6981	3,2601 Access	{"admission": false}	AccessCurator
40		0,5667	13,3174 Fire	{"0": true, "fromCurator": true}	AccessCurator
41		1,7665	19,5407 Access	{"admission": true}	AccessCurator
42		0,6238	7,5526 Violation	{}	AccessCurator
43		2,1840	18,9775 Access	{"admission": true}	AccessCurator
44		0,6696	7,1223 Violation	{}	AccessCurator
45		1,6477	10,9964 Access	{"admission": true}	AccessCurator
46		0,5518	5,5920 Access	{"admission": true}	AccessCurator
47		0,5904	26,8533 Violation	{}	AccessCurator
48		0,5125	32,2071 Violation	{}	AccessCurator
49		0,5760	9,6444 Access	{"admission": false}	AccessCurator
50		0,4124	11,0622 Fire	{"0": true, "fromCurator": true}	AccessCurator
51		0,4483	8,8883 Violation	{}	AccessCurator
52		0,4992	13,0010 Fire	{"0": false, "fromCurator": true}	AccessCurator
53		0,6355	4,9566 Access	{"admission": true}	AccessCurator
54		0,5417	3,1007 Access	{"admission": true}	AccessCurator
55		0,5612	2,6630 Access	{"admission": false}	AccessCurator
56		0,5398	42,3727 Violation	{}	AccessCurator

	B	C	D	E
1	run time, millis	fact name	fact params	curator type
748	14,1348	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
749	6,1180	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
750	7,0014	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
751	13,3611	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
752	20,6732	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
753	51,5952	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
754	22,4003	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
755	3,1233	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
756	18,3974	Fire	{"0": true, "fromCurator": true}	ResourceManagementCurator
757	3,2548	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
758	3,5528	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
759	5,0090	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
760	5,1968	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
761	2,0604	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
762	1,2114	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
763	3,9462	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
764	2,6564	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
765	2,4791	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
766	1,0447	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
767	1,1008	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
768	26,3341	Fire	{"0": false, "fromCurator": true}	ResourceManagementCurator
769	4,2081	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
770	1,3449	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
771	1,2049	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
772	1,3424	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
773	3,1219	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
774	3,3106	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
775	63,5237	BrokenEnergySupply	{}	ResourceManagementCurator
776	12,9995	Fire	{"0": true, "fromCurator": true}	ResourceManagementCurator
777	3,8154	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
778	3,4766	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
779	3,8052	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
780	3,6869	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
781	7,9617	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
782	2,7443	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
783	4,8337	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
784	3,8151	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
785	1,4367	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
786	0,9511	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
787	1,3084	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
788	2,4170	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
789	3,3505	Motion	{"0": true}	ResourceManagementCurator
790	6,1636	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
791	94,8827	BrokenEnergySupply	{}	ResourceManagementCurator
792	31,1190	Fire	{"0": false, "fromCurator": true}	ResourceManagementCurator
793	12,9066	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator
794	4,4352	Motion	{"0": false}	ResourceManagementCurator

В начало



СЕРТИФИКАТ участника

СХЛ международная студенческая
научно-практическая конференция

«Научное сообщество студентов XXI столетия»

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Фокина Виктория Анатольевна

Научная работа:

«Разработка виртуальных кураторов, основанных
на правилах, для интеллектуальных зданий»

Научный руководитель:
Викентьева Ольга Леонидовна

Председатель оргкомитета
канд. мед. наук, д-р психол. наук,
профессор, академик
Международной академии наук
педагогического образования



В. Дмитриева
В. Дмитриева

Новосибирск
2022 год



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПЕРМЬ

[о внедрении
выпускной квалификационной работы]

Письмо о результатах внедрения выпускной квалификационной работы

В рамках реализации комплексного проекта «Разработка мультисервисной платформы SKAI-EXPRESS» совместно с ООО «Скай» (г. Москва) на базе научно-учебной лаборатории междисциплинарных эмпирических исследований (НУЛ МЭИ) НИУ ВШЭ – Пермь успешно внедрена выпускная квалификационная работа студентки направления «Программная инженерия» **Фокиной Викторией Анатольевны** по теме: *«Разработка виртуальных кураторов, основанных на правилах, для интеллектуальных зданий»*.

Достигнуты следующие научно-практические результаты:

1. Разработано программное обеспечение (ПО) виртуальных кураторов, основанных на правилах на базе платформы SKAI-EXPRESS.
2. Проведено тестирование и подготовлена документация на ПО.

06.06.2022 г.

С уважением,
заведующий НУЛ МЭИ, к.т.н.

А.В. Кычкин **Кычкин А.В.**