

Программно-аппаратный комплекс принятия решений

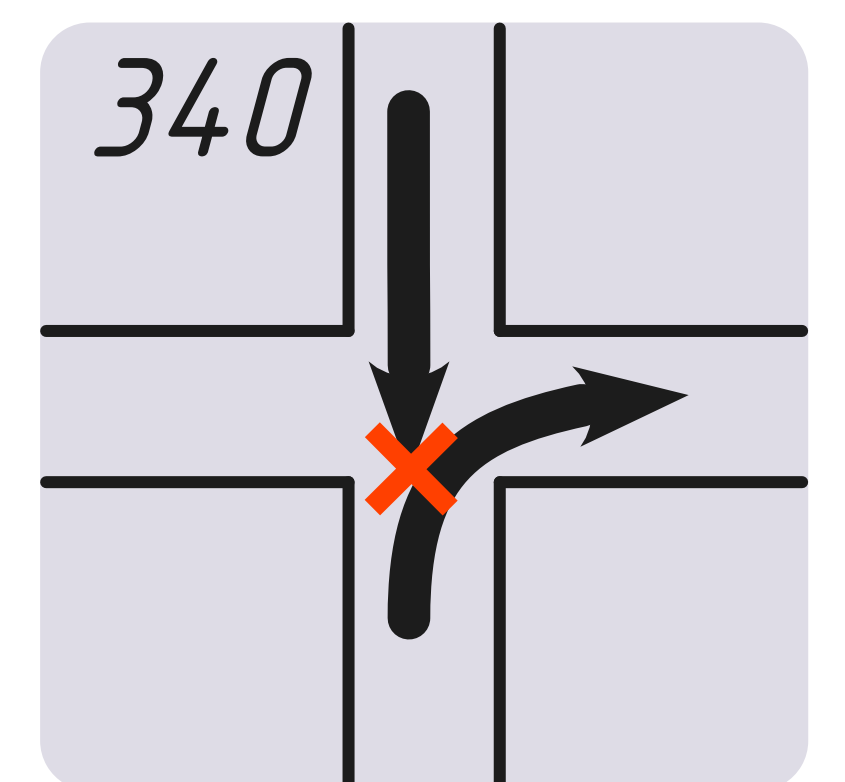
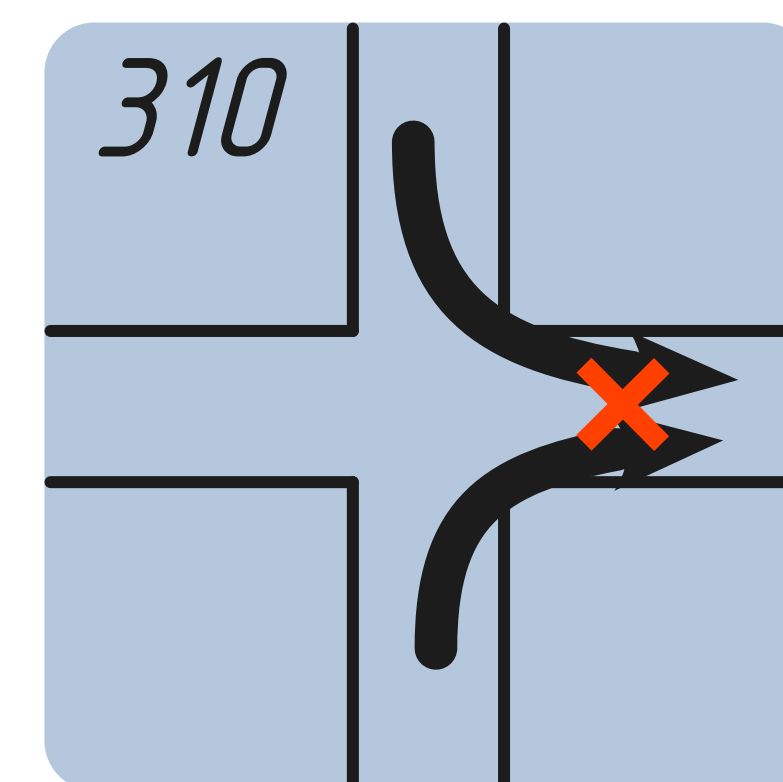
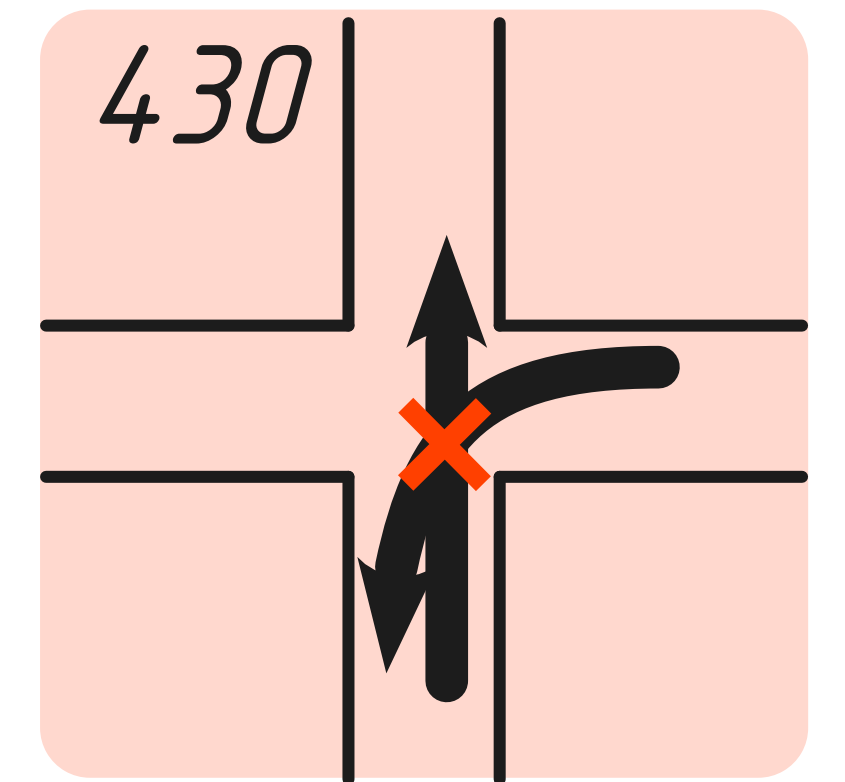
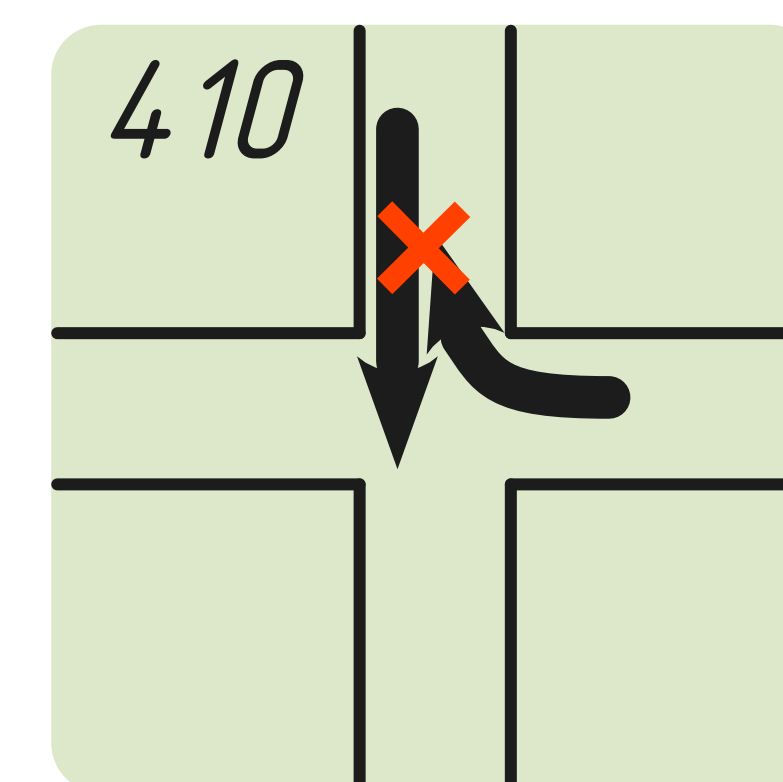
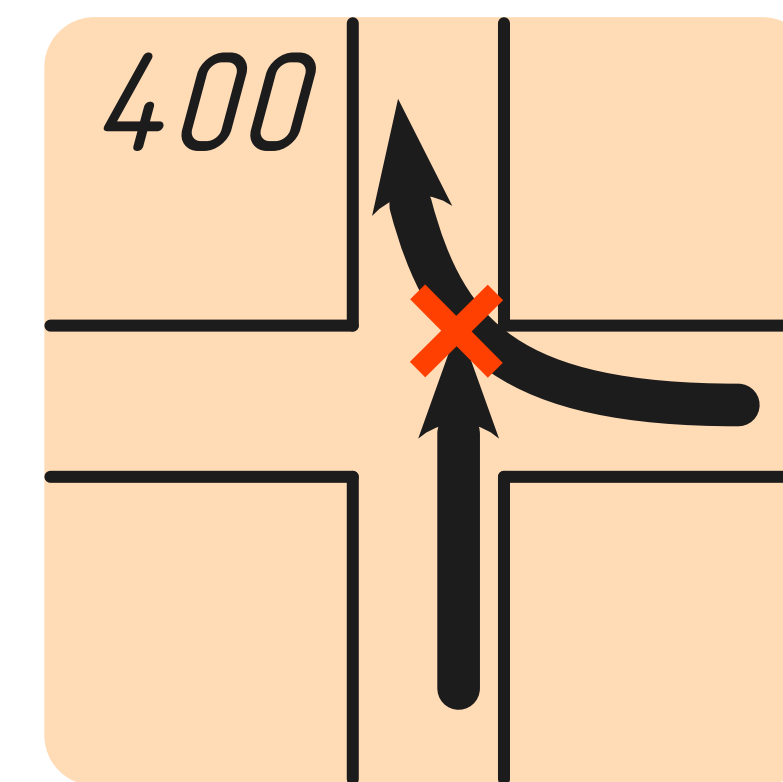
Назначение комплекса:
динамическое определение
источников наибольшей
опасности для участников
дорожного движения.

За январь-февраль 2021 года
насчитывается **53325** ДТП.

На дорогах установлено **29387**
камер автоматической
фотовидеофиксации.

Классы ДТП на перекрёстках:

Цель работы:
отработка методик
графового
представления модели
предметной области,
динамической обработки
графов и использование
специализированного
вычислителя Xilinx Alveo.



Выпускная квалификационная работа магистра					Программно-аппаратный комплекс принятия решений			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Перечень назначения и целей разработки комплекса			Лит.
Разраб.		Дудравин Е.Н.						Масса
Пров.		Попов А.Ю.						Масштаб
Т. контр.								Лист 1
Н. контр.		Еремич О.Ю.			МГТУ им. Н.Э. Баумана каф.ИУ6			Листов 10
Утв.								



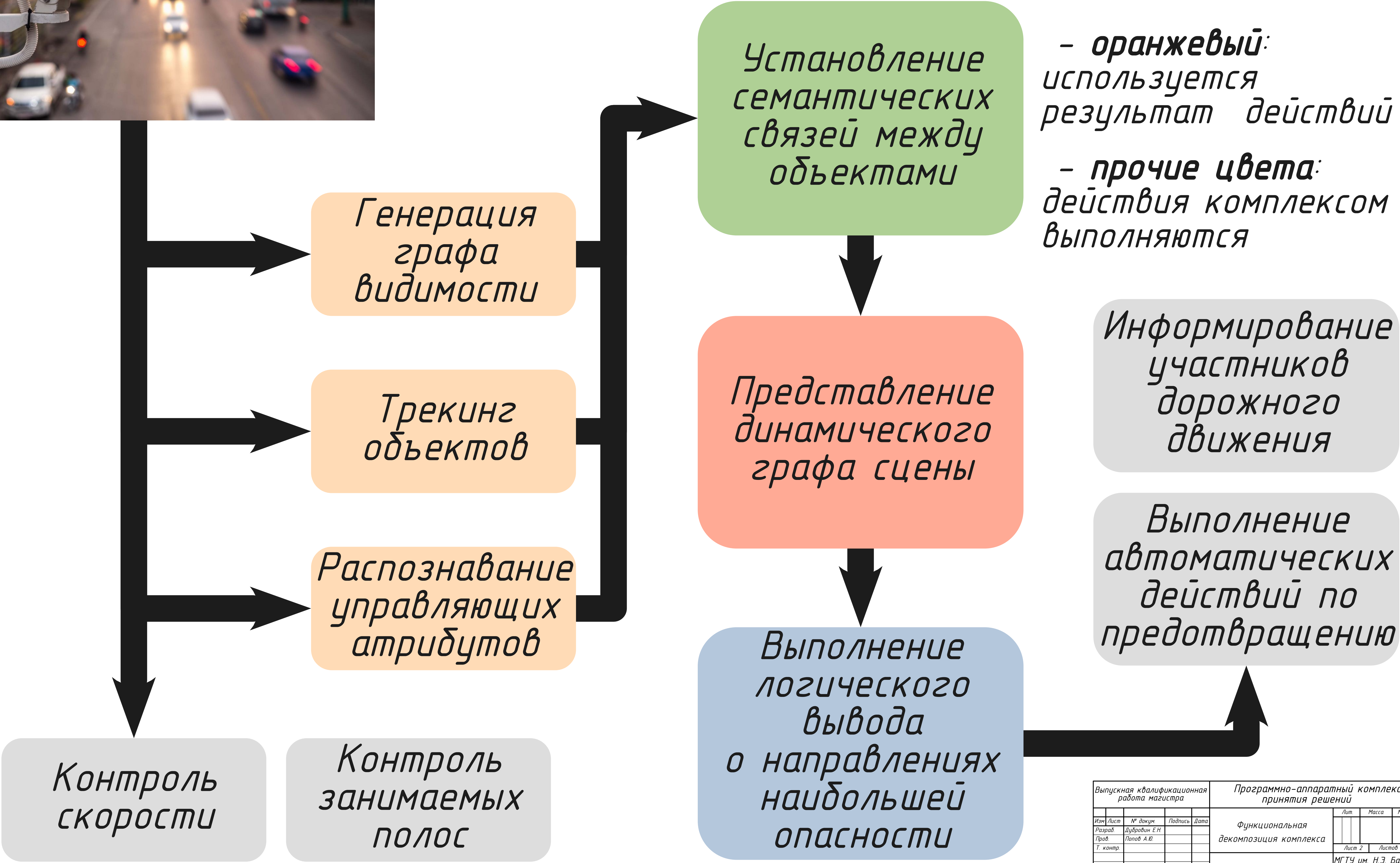
Решаемые задачи

Легенда:

– **серый**: действия не выполняются

– **оранжевый**: используется результат действий

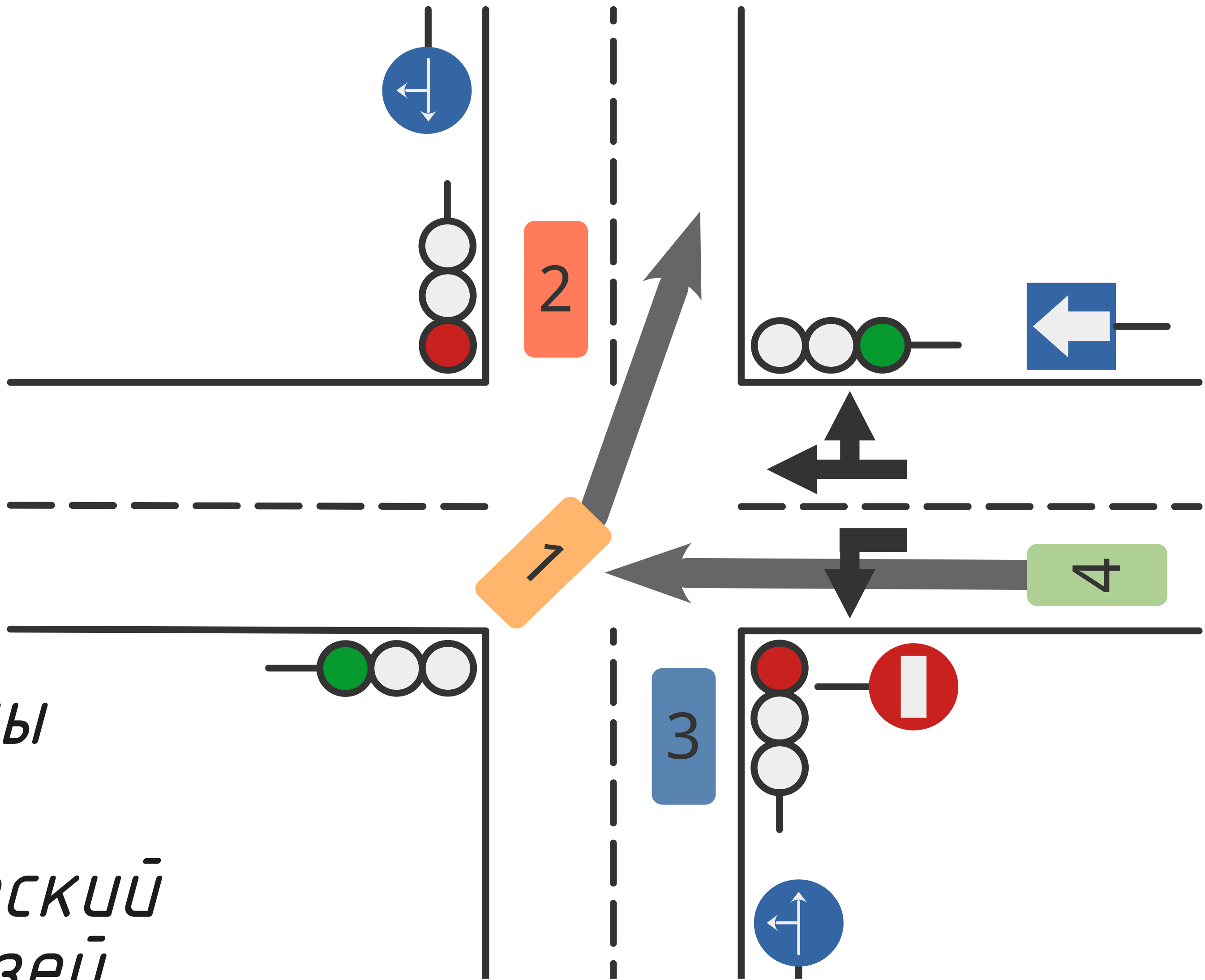
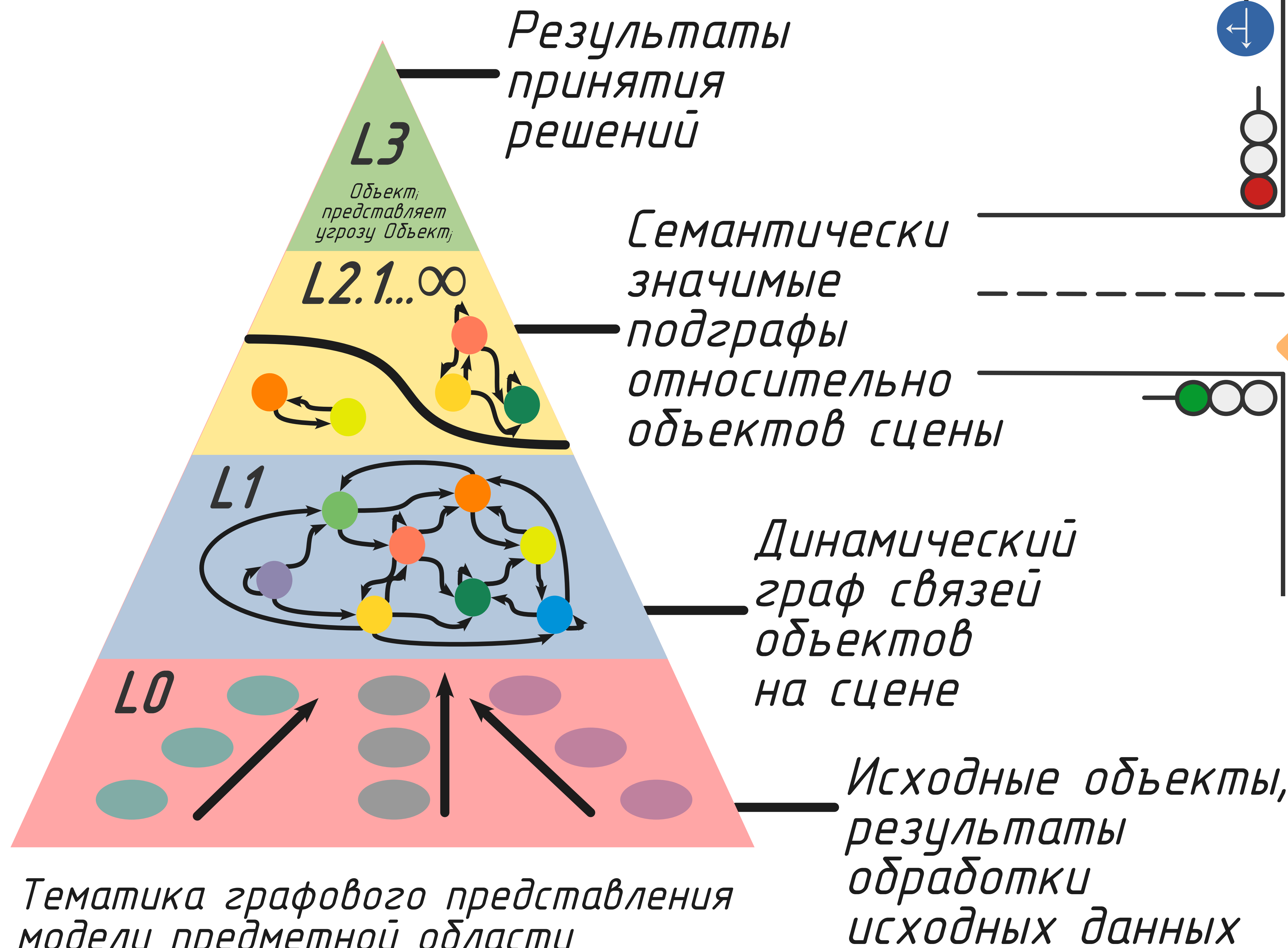
– **прочие цвета**: действия комплексом выполняются



Выпускная квалификационная работа магистра					Программно-аппаратный комплекс принятия решений				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Функциональная декомпозиция комплекса				
Разраб.		Дудворин Е.Н.							
Пров.		Попов А.Ю.							
Т. контр.									
Н. контр.		Еремин О.Ю.			МГТУ им. Н.Э. Баумана каф. ИУ6				
Утв.									

Иерархическая система представления знаний

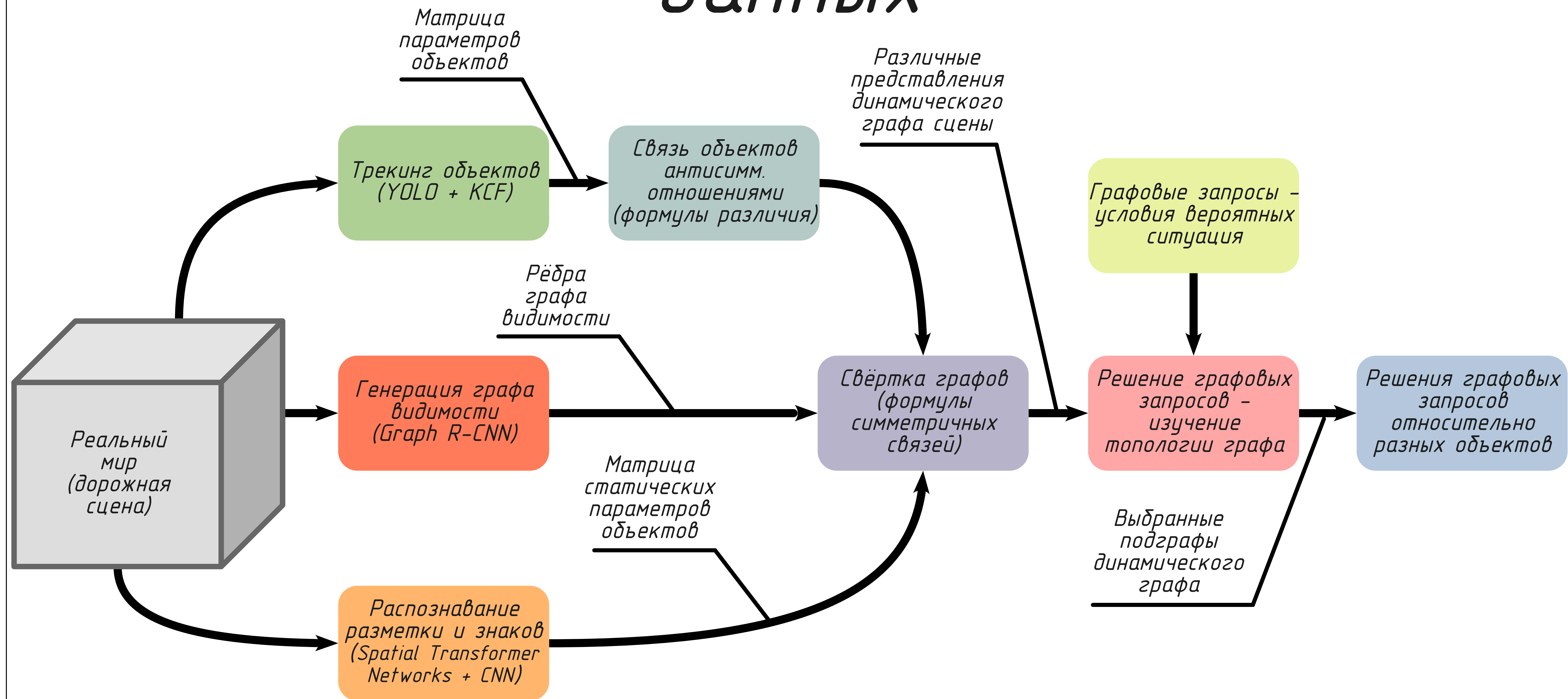
Пример дорожной сцены



Тематика графового представления модели предметной области развита, в частности, подходом *Deep Fusion Reasoning Engine*

Выпускная квалификационная работа магистра				Программно-аппаратный комплекс принятия решений		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масштаб
Разраб.	Дудков Е.Н.					
Проб.	Попов А.Ю.					
Т. контр.					Лист 3	Листов 10
Н. контр.	Еремич О.Ю.				МГТУ им. Н.Э. Баумана каф. ИУ6	
Утв.					Копировал Формат А1	

Последовательность обработки данных

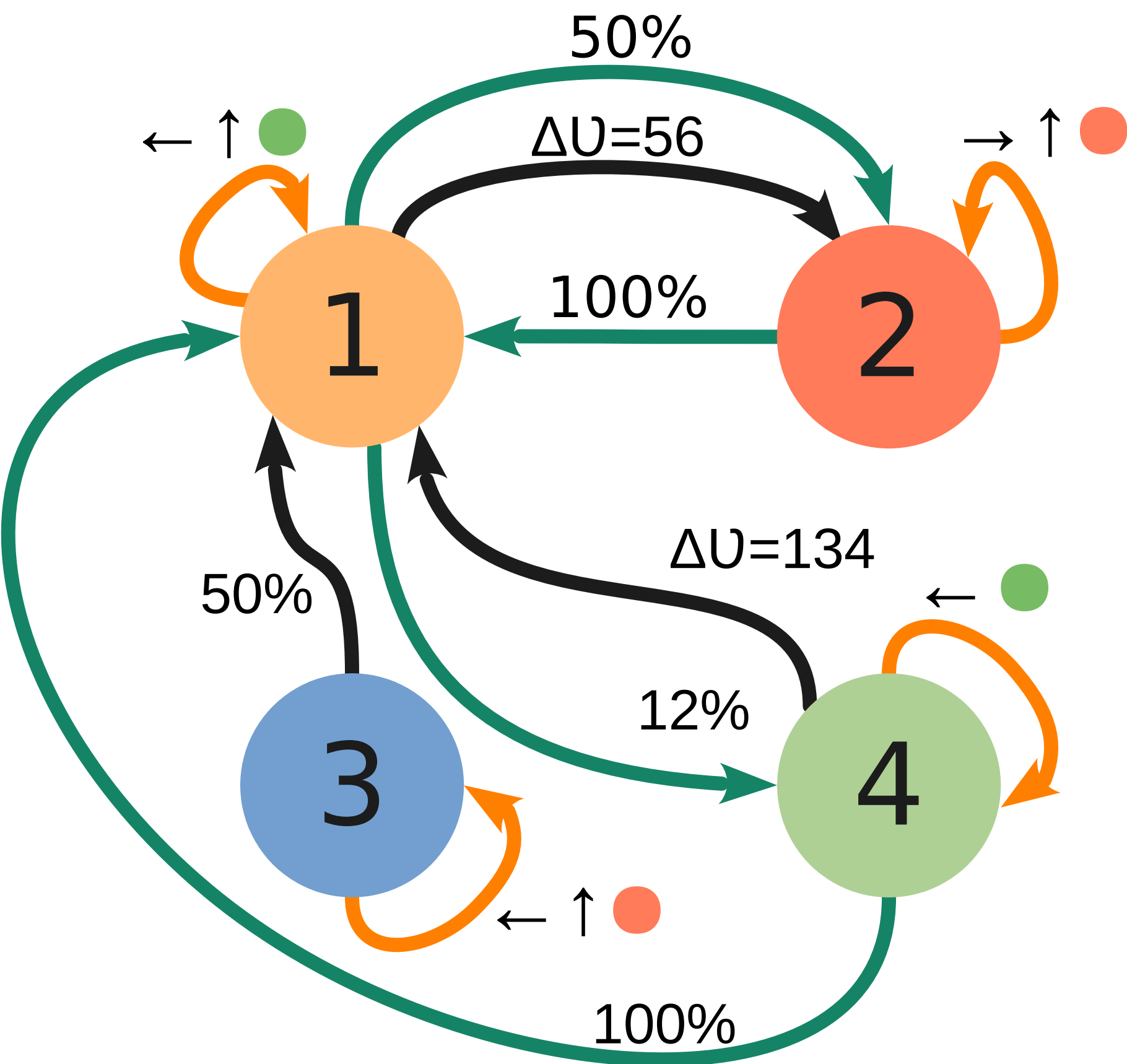


Обработка исходных данных, построение динамического графа сцены и логический вывод происходят независимо от ЦП вычислительной системы, при помощи вычислительных ресурсов специализированного вычислителя Xilinx Alveo

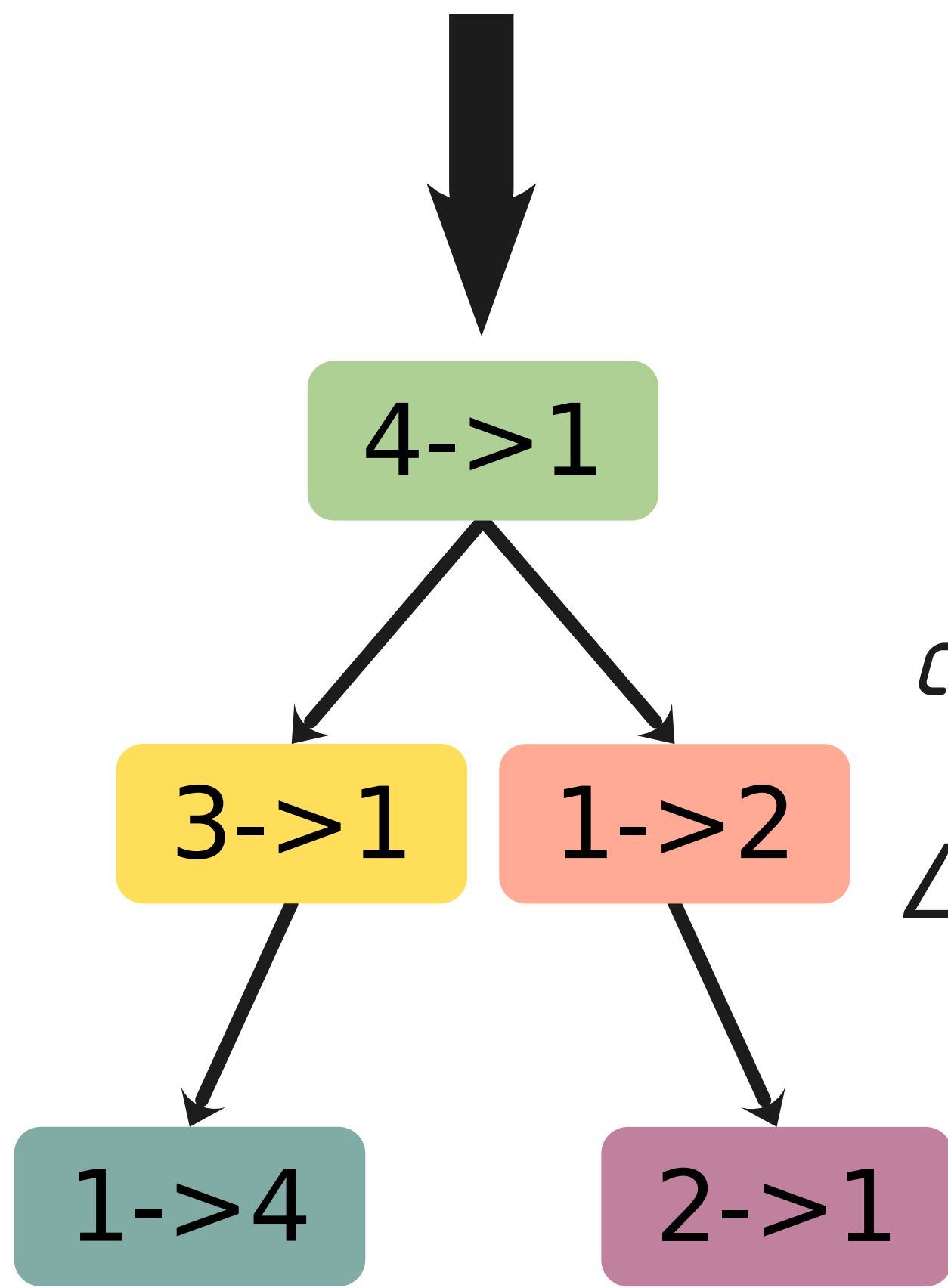
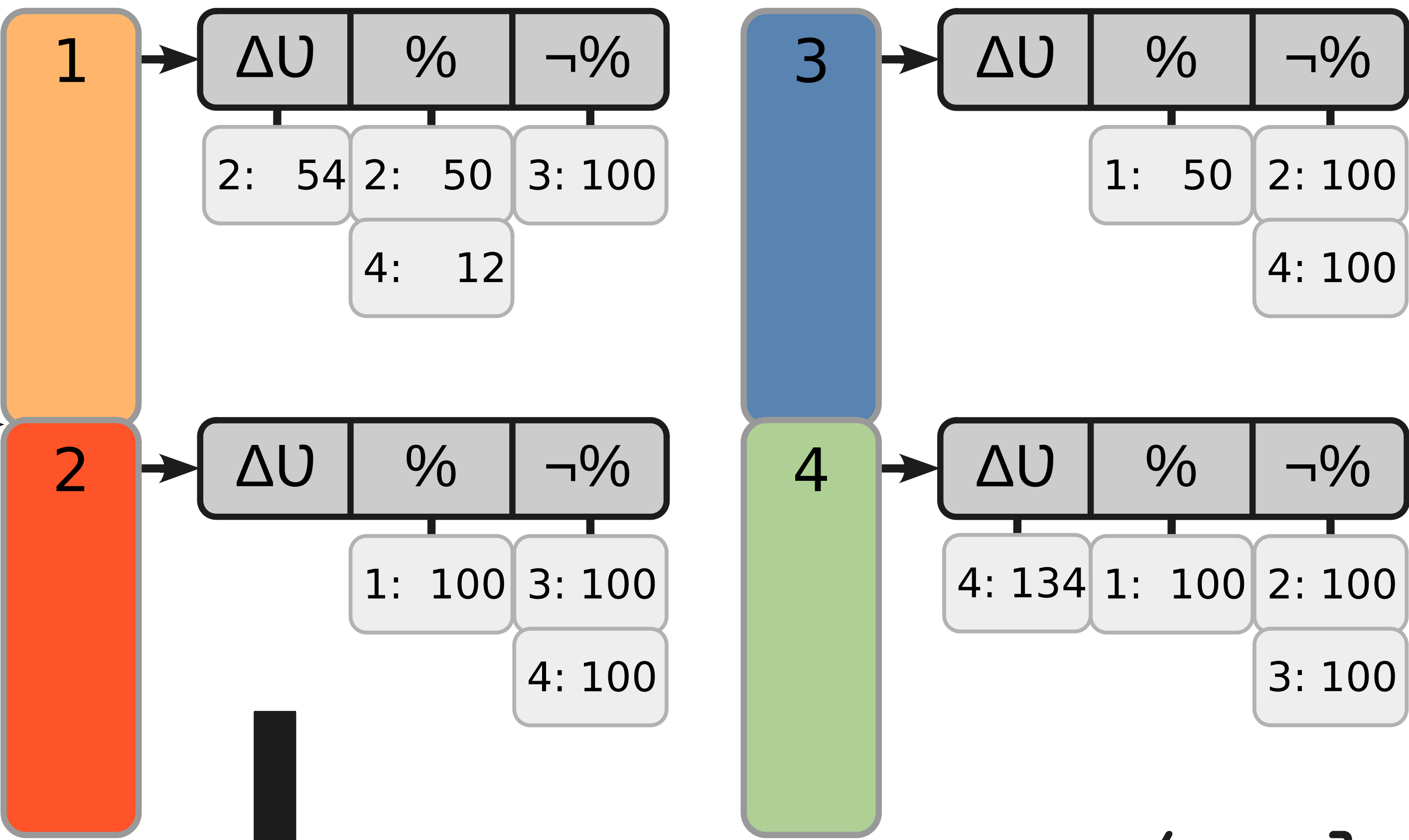
Выпускная квалификационная работа магистра					Программно-аппаратный комплекс принятия решений		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Последовательность обработки данных комплекса		
Разраб.	Дудковин Е.Н.						
Проб.	Попов А.Ю.						
Т. контр.							
Н. контр.	Еремин О.Ю.				МГТУ им. Н.Э. Баумана каф. ИУ6		
Утв.							
Копировал					Лит. Масса Масштаб		
					Лист 4 Листов 10		
					Формат А1		

Представления динамического графа сцены и логический вывод

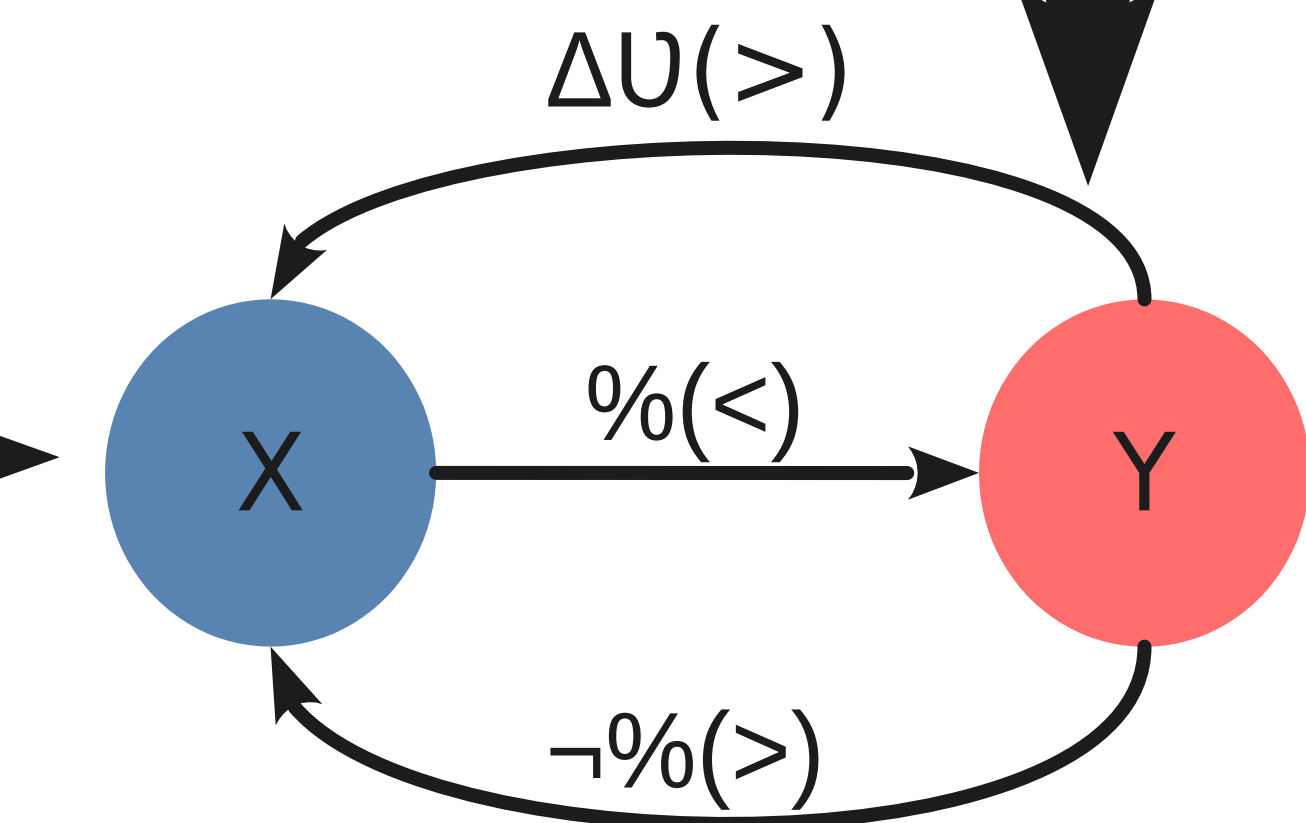
Динамический граф сцены



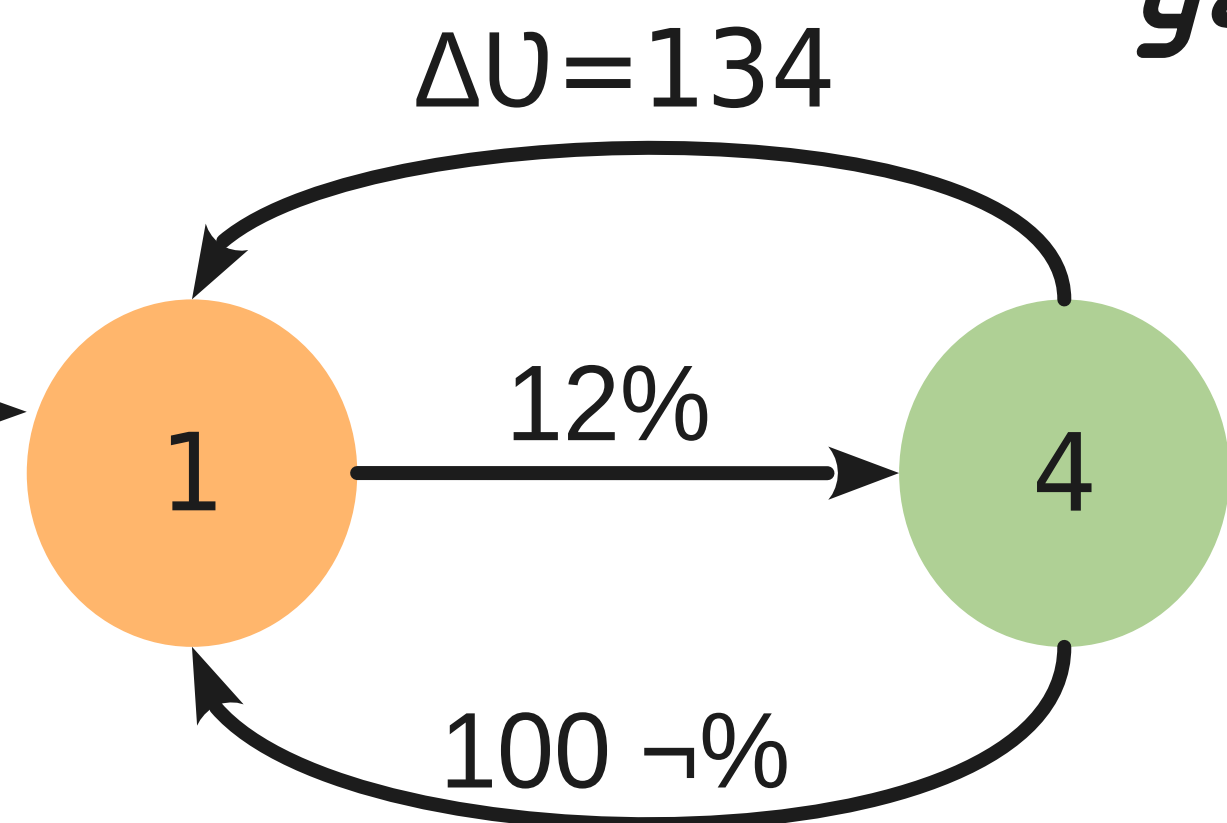
Вектор списков рёбер, инцидентных вершинам с мнимыми рёбрами



Индекс смежных рёбер $\Delta U(>)$ и $\%(<)$



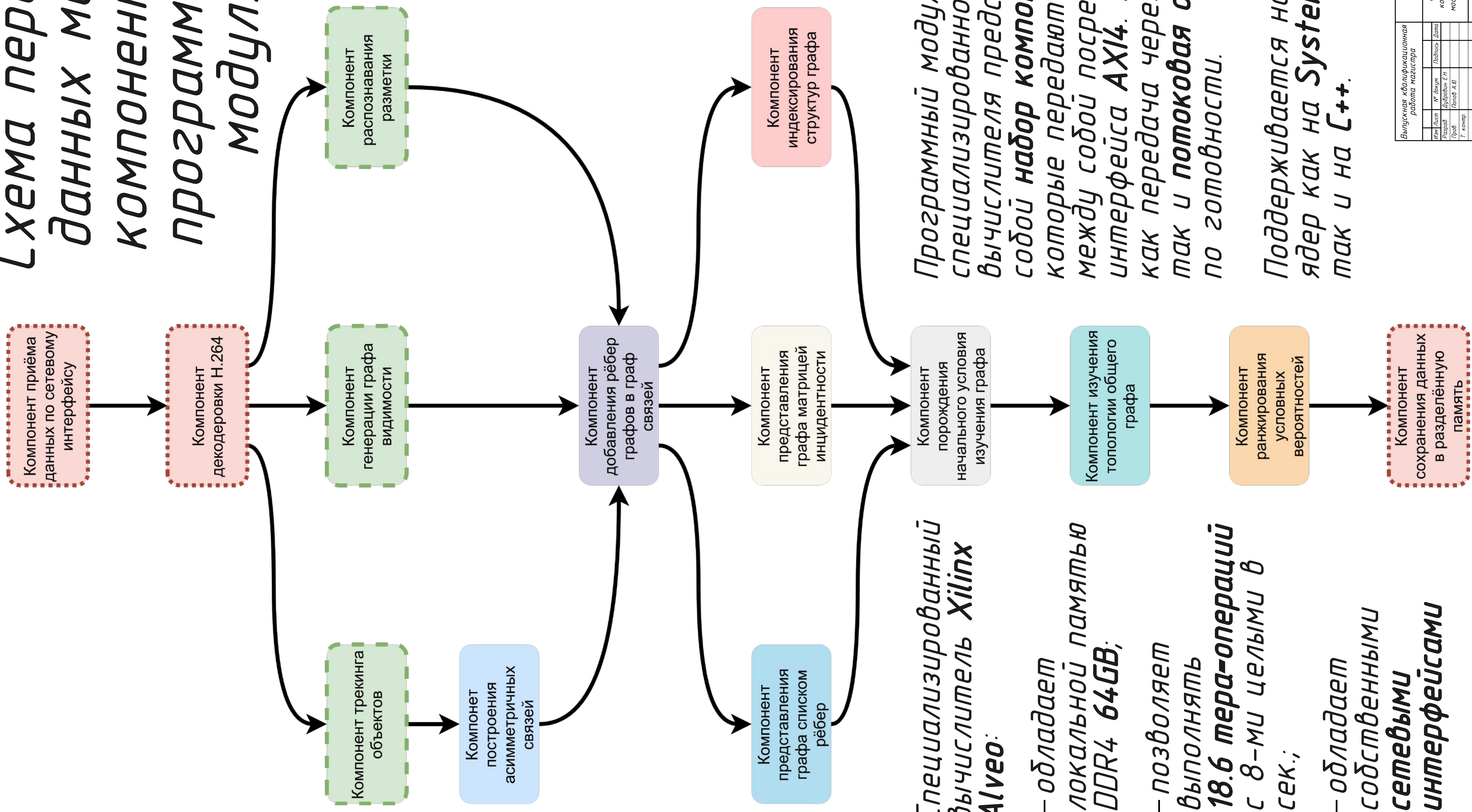
Условие возникновения вероятных ситуаций (граф для поиска изоморфизма)



Подграф, изоморфный данному

«4 представляет угрозу для 1»

Схема передачи данных между компонентами программного модуля



Специализированный вычислитель Xilinx Alveo:

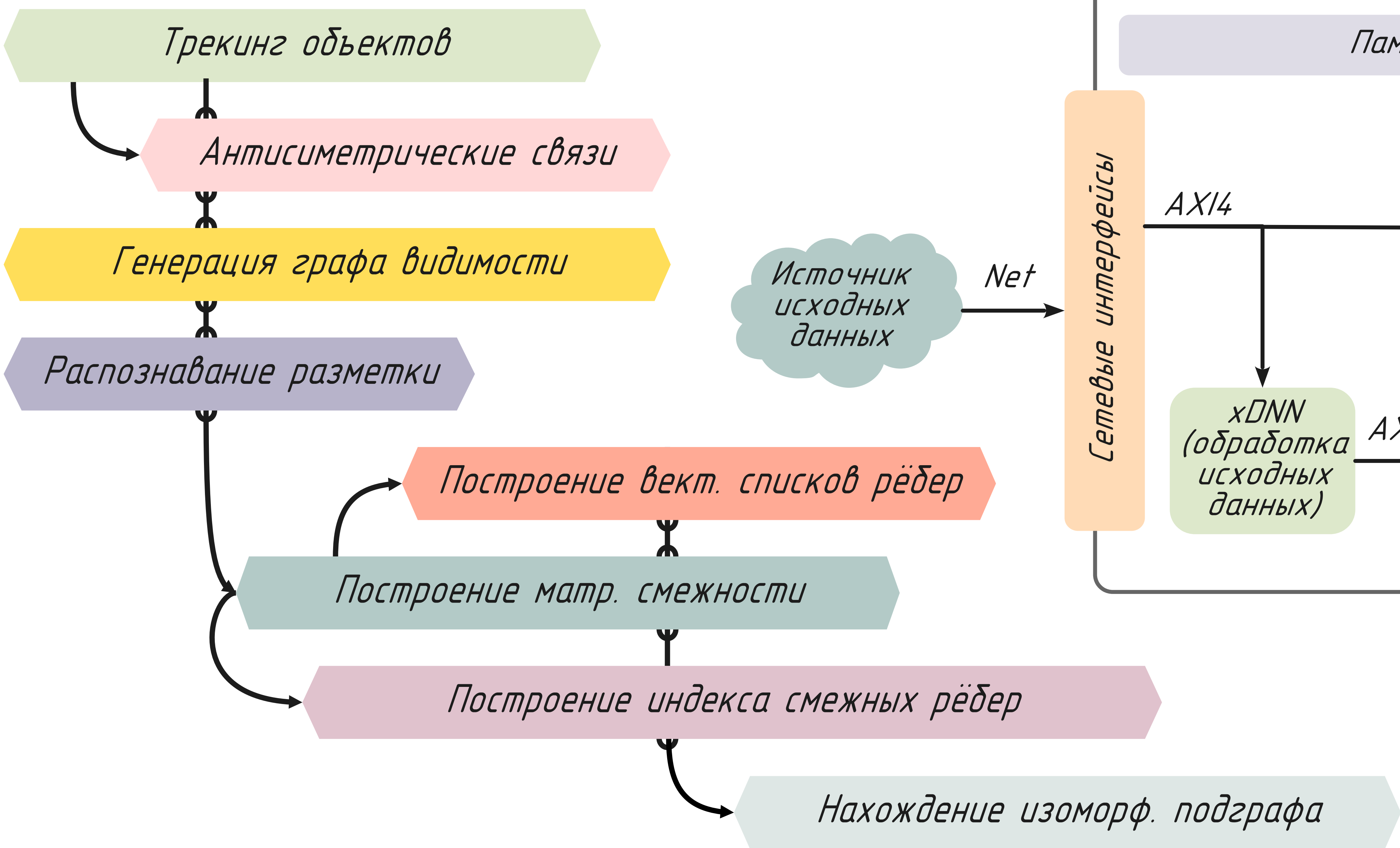
- обладает локальной памятью **DDR4 64GB**;
- позволяет выполнять **18.6 тера-операций** с 8-ми целыми в сек.;
- обладает собственными **сетевыми интерфейсами**

Программный модуль специализированного вычислителя представляет собой набор компонент (ядер), которые передают данные между собой посредством интерфейса **AXI4**. Возможна как передача через память, так и потоковая обработка по готовности.

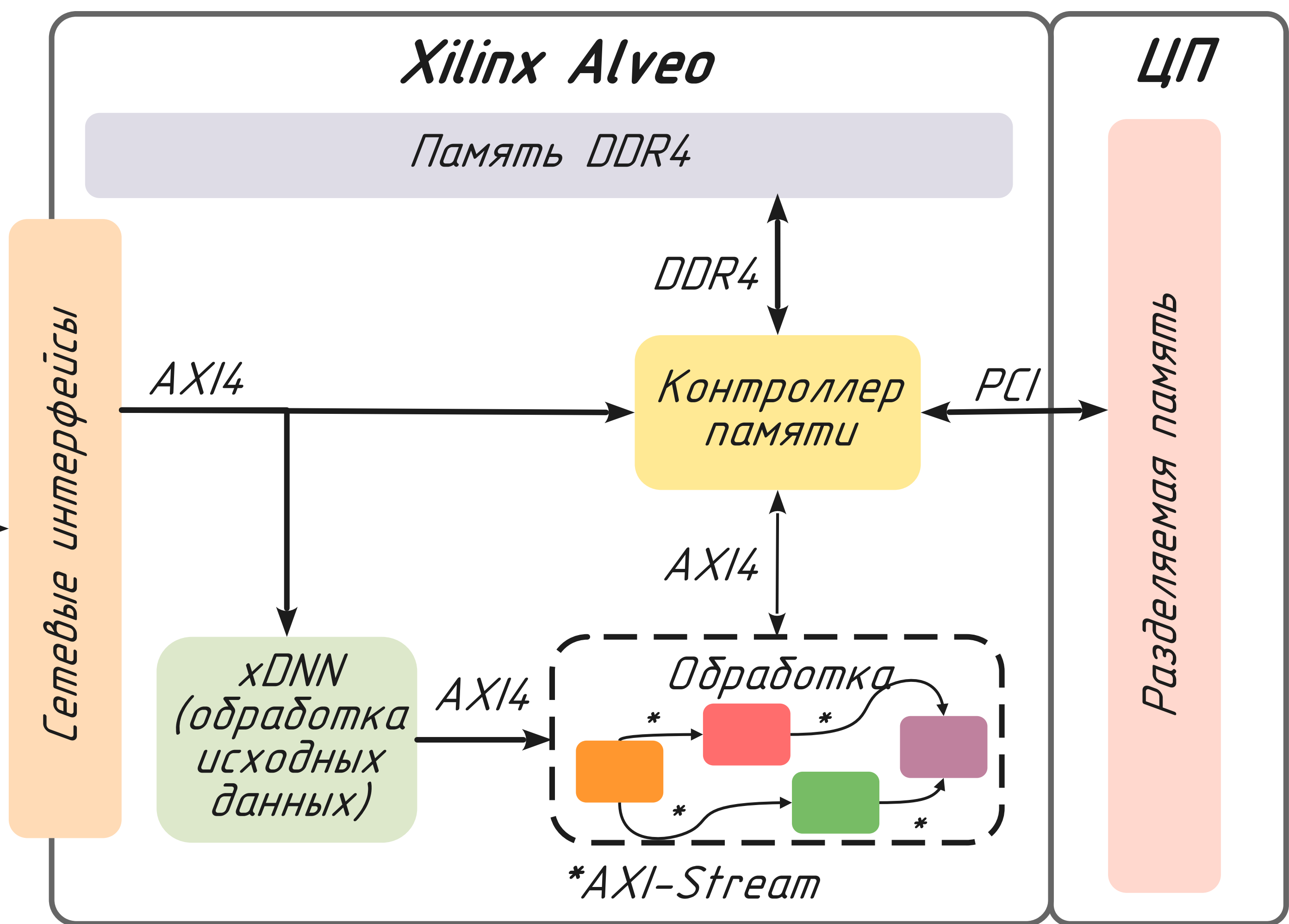
Поддерживается написание ядер как на **SystemVerilog**, так и на **C++**.

Выпускная квалификационная работа магистра				Программно-аппаратный комплекс принятия решений			
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Схема передачи данных компонентов программного модуля специализированного вычислителя		Лист	Масштаб
Разработчик	Добровольник Е.И.	Проверен	Добровольник А.В.			Лист 6	Листов 10
Т. контр.		Н. контр.	Евсеевич О.В.			МГТУ им. Н.Э. Баумана	каф. ИУБ
Унф.						Формат А1	

Временная диаграмма обработки данных



Концептуальная схема состава комплекса



Обработка данных выполняется **последовательно-параллельно** за счёт использования интерфейса **AXI-Stream**

Интерфейс **AXI-Stream** позволяет выполнять очередной шаг обработки по накоплению необходимых данных

Выпускная квалификационная работа магистра				Программно-аппаратный комплекс принятия решений			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Концептуальная схема состава программно-аппаратного комплекса и временная диаграмма обработки данных		
Разраб.	Дубровин Е.Н.						
Проб.	Попов А.Ю.						
Т. контр.							
Н. контр.	Еремин О.Ю.				МГТУ им. Н.Э. Баумана каф. ИУ6		
Утв.							
				Лист 7	Листов 10		

Компонент C++

```
void grism(graph_t* in, node_t* out) {
node_t node_counters[4];
edge_t* edges = (edge_t*) in;
#pragma HLS UNROLL
for (int i; i < 4; ++i) {
for (int j; j < width || edges[j] != 0; ++j){
node_t *nodes = (node_t *) &edges[j]
if (nodes[0] == i || nodes[1] == i) {
out[i]++; } } } }
```

Компонент Verilog

```
test_poly_axi_read_master
inst_axi_read_master (
.aclk( aclk) ,
.areset( areset) ,
.ctrl_start( ap_start) ,
.ctrl_done( read_done) ,
.ctrl_addr_offset( {ctrl_addr_offset_in1,
ctrl_addr_offset_in0}) ,
.ctrl_xfer_size_in_bytes
(ctrl_xfer_size_in_bytes ) ,
.m_axi_araddr( m_axi_araddr) ,
.m_axi_arid( m_axi_arid) ,
.m_axi_arlen( m_axi_arlen) ,
.m_axi_rdata( m_axi_rdata)
.m_axi_rid( m_axi_rid) , );
```

Подготовка компонента

```
v++ -c vadd.c -t hw --kernel grism
-f $platform -o grism.xo
```

Синтез программного модуля

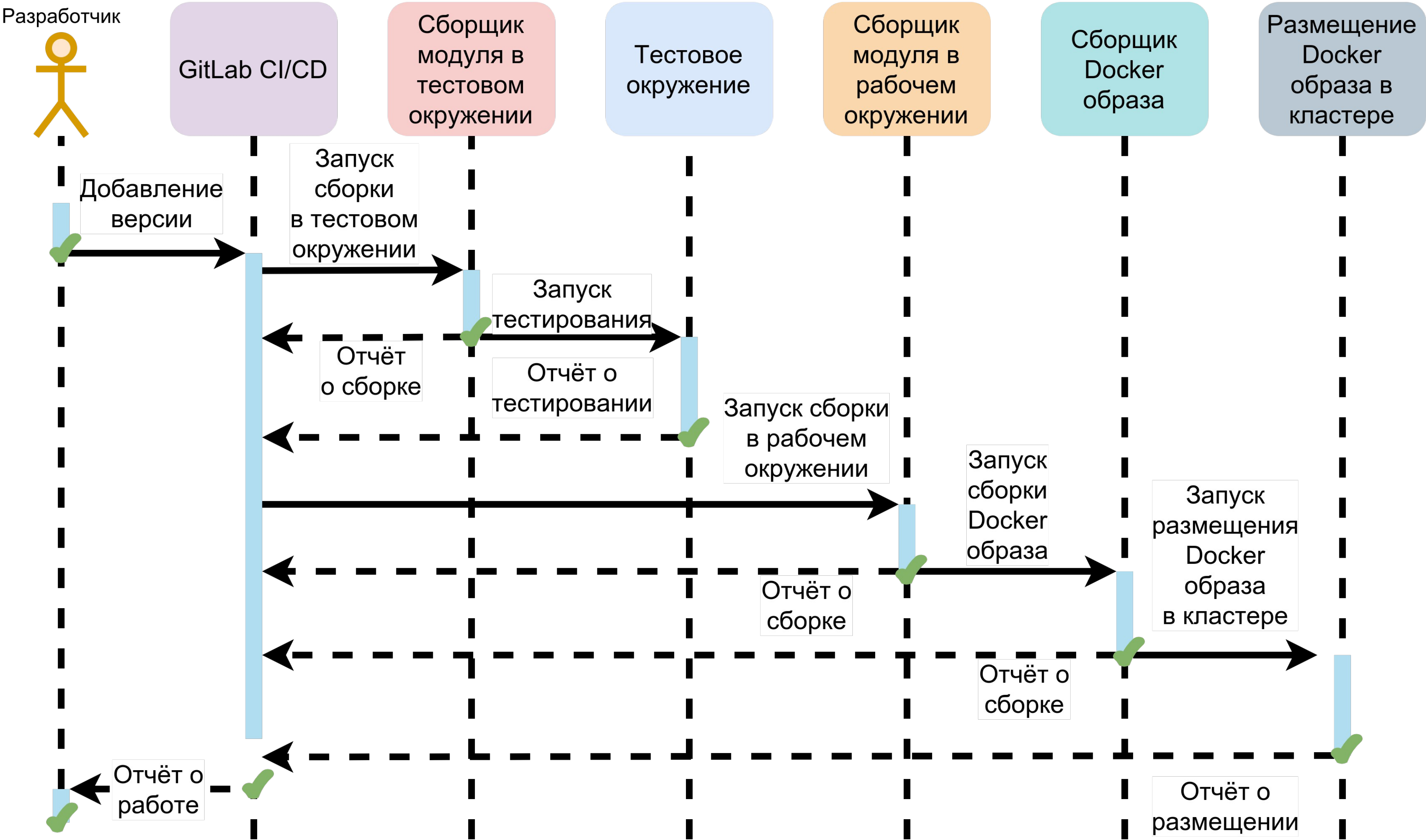
```
v++ -l -t hw -o module.xclbin
-f $platform grism.xo
```

Запуск программного модуля

```
ol = pynq.Overlay('grism.xclbin')
kernel = ol.grism_1
inp = pynq.allocate((32,), 'u2')
out = pynq.allocate(( 4,), 'u2')
inp.sync_to_device()
kernel.call(inp, out, 1024)
out.sync_from_device()
```

Выпускная квалификационная работа магистра					Программно-аппаратный комплекс принятия решений			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Примеры отладочных интерфейсов и обработки данных			Лит
Разраб.		Дудрабин Е.Н.						Масса
Пров.		Попов А.Ю.						Масштаб
Т. контр.								Лист 8
Н. контр.		Еремич О.Ю.						Листов 10
Удб.								МГТУ им. Н.Э. Баумана каф.ИУ6

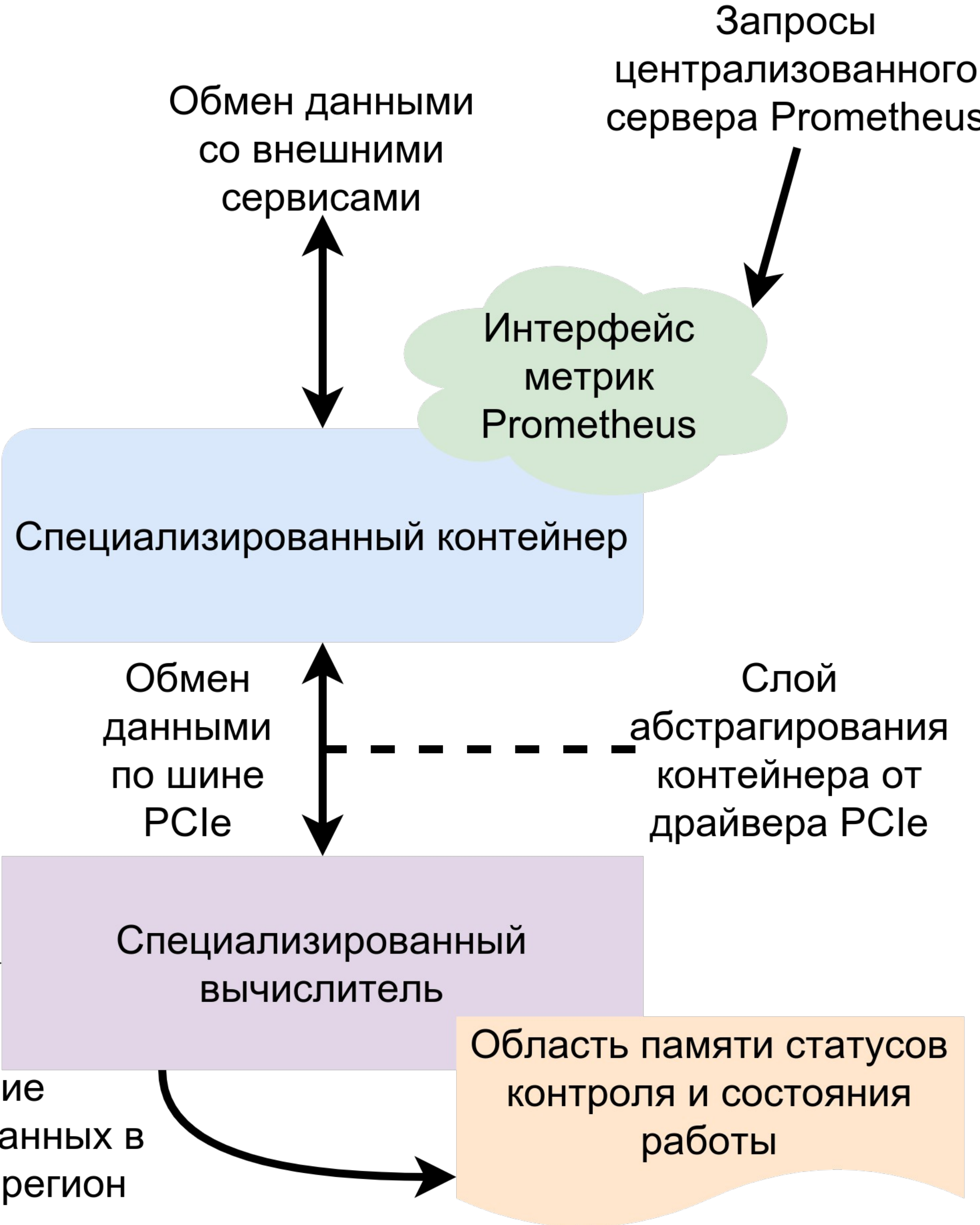
Диаграмма последовательности развёртки комплекса



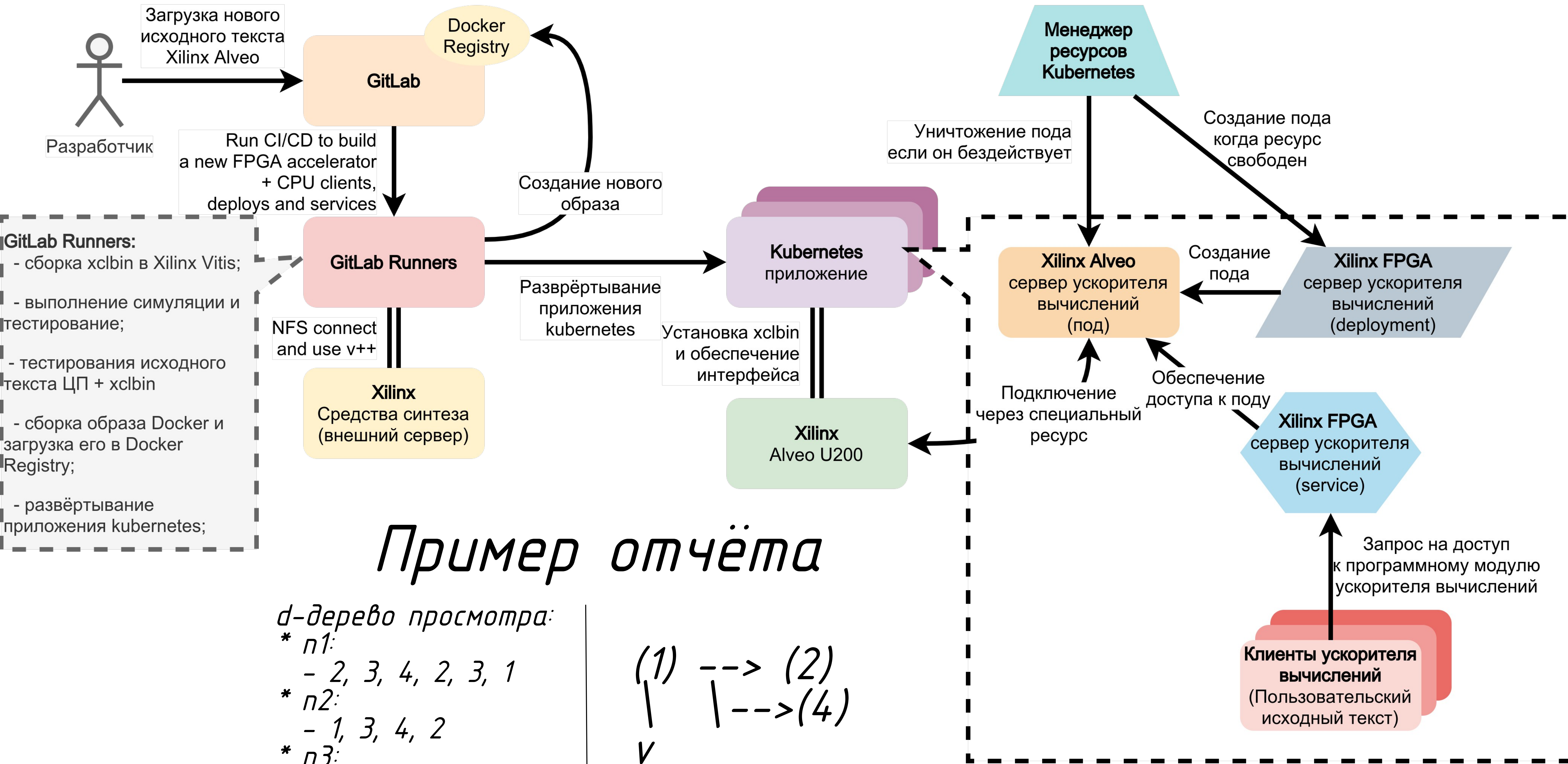
Развертка выполняется автоматическими средствами (CI/CD).

Процесс учитывает разницу окружений тестирования программного модуля путём эмуляции вычислителя и рабочего, которое создаёт специализированный вычислитель

Схема компоновки специализированного контейнера



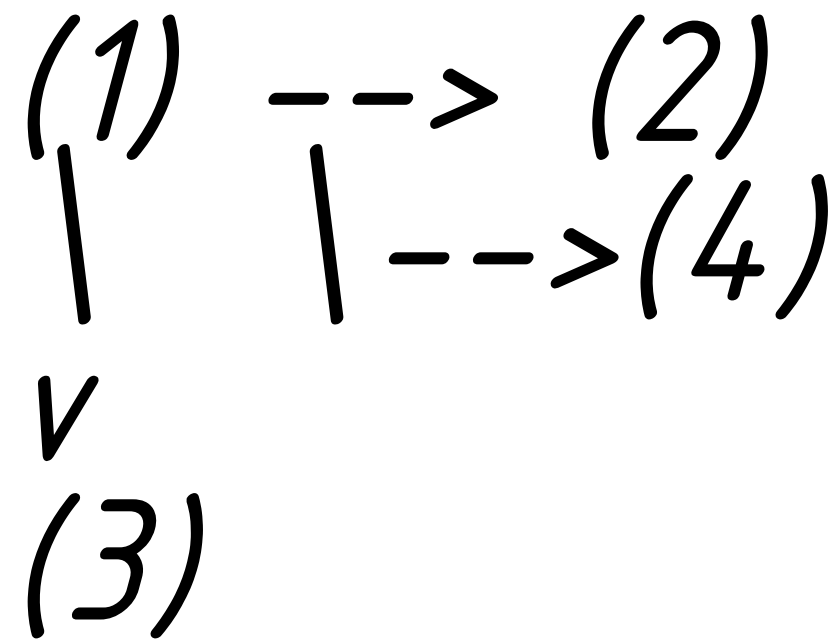
Функциональная диаграмма технологии применения комплекса в составе целевой платформы Kubernetes



Пример отчёта

d-дерево просмотра:

- * n1:
 - 2, 3, 4, 2, 3, 1
- * n2:
 - 1, 3, 4, 2
- * n3:
 - 2, 3
- * n4:
 - 3, 1, 4



Найдено решение предиката $V(>) \%(<) \neg(>)$ для вершин 1, 4

Тип возможного пришествия: 400

Выпускная квалификационная работа магистра				Программно-аппаратный комплекс принятия решений			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Функциональная диаграмма технологии применения комплекса в составе целевой платформы Kubernetes		
Разраб.	Дубровин Е.Н.	Подпись	Дата		Лит	Масса	Масштаб
Проб.	Попов А.Ю.						
Т. контр.					Лист 10	Листов 10	
Н. контр.	Еремич О.Ю.				МГТУ им. Н.Э. Баумана каф. ИУ6		
Утв.							