

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра вычислительной техники и защиты информации

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Разработка и исследование имитационной модели структурного распознавания
ситуаций в области зрения распределённых систем видеонаблюдения**

ОГУ 09.04.01. 1317. 141

Руководитель:
канд. техн. наук Кручинин А. Ю.
Исполнитель:
студент группы 15ИВТ(м)РИВСТ
Колмыков Д. В.

Оренбург 2017

Объект исследования – подсистема распознавания образов в распределенной системе видеонаблюдения.

Предмет исследования – метод, модели и средства повышения достоверности распознавания в распределенных системах видеонаблюдения.

Цель: повышение достоверности распознавания опасных ситуаций с человеком в распределённых системах видеонаблюдения.

Задачи:

- 1 Провести аналитический обзор методов распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 2 Построить классификацию и дать характеристику ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 3 Построить классификацию методов распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 4 Построить целевую функцию и выбрать критерий для оценки качества разрабатываемого метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 5 Определить требования к разрабатываемому методу структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 6 Разработать математическую модель структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 7 Разработать имитационную модель структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 8 Разработать алгоритм и программное обеспечение для реализации метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 9 Провести исследование достоверности распознавания ситуаций с помощью разработанного метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 10 Оценить эффективность разработанного метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.

Задача 1 Провести аналитический обзор методов распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

Таблица 1 – Анализ методов распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

Подзадача	Метод	Достоинства	Недостатки
Детектирование и слежение за объектом	Метод вычитания фона	Простота, высокое быстродействие	Низкая точность
	Метод слежения за точечными особенностями	Высокая точность	Низкое быстродействие
Идентификация объектов и событий на сцене	Метод сравнения с эталоном	Высокое быстродействие	В некоторых задачах число «проекций» эталона велико
	Методы искусственного интеллекта	Высокая точность	Сложность
Анализ ситуации на сцене	Метод построения графов событий сцены	Простота, наглядность	Предполагает использование «низкоуровневых» методов
	Структурные методы распознавания	Специально разработаны для распознавания сложных образов	В некоторых задачах высокая вычислительная сложность
Объединение результатов с разных камер	Сопоставление на основе методов идентификации объектов	Высокая точность	В некоторых задачах низкое быстродействие
	Стереозрение	Средняя вычислительная сложность	Высокая точность

Задача 2 Построить классификацию и дать характеристику ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

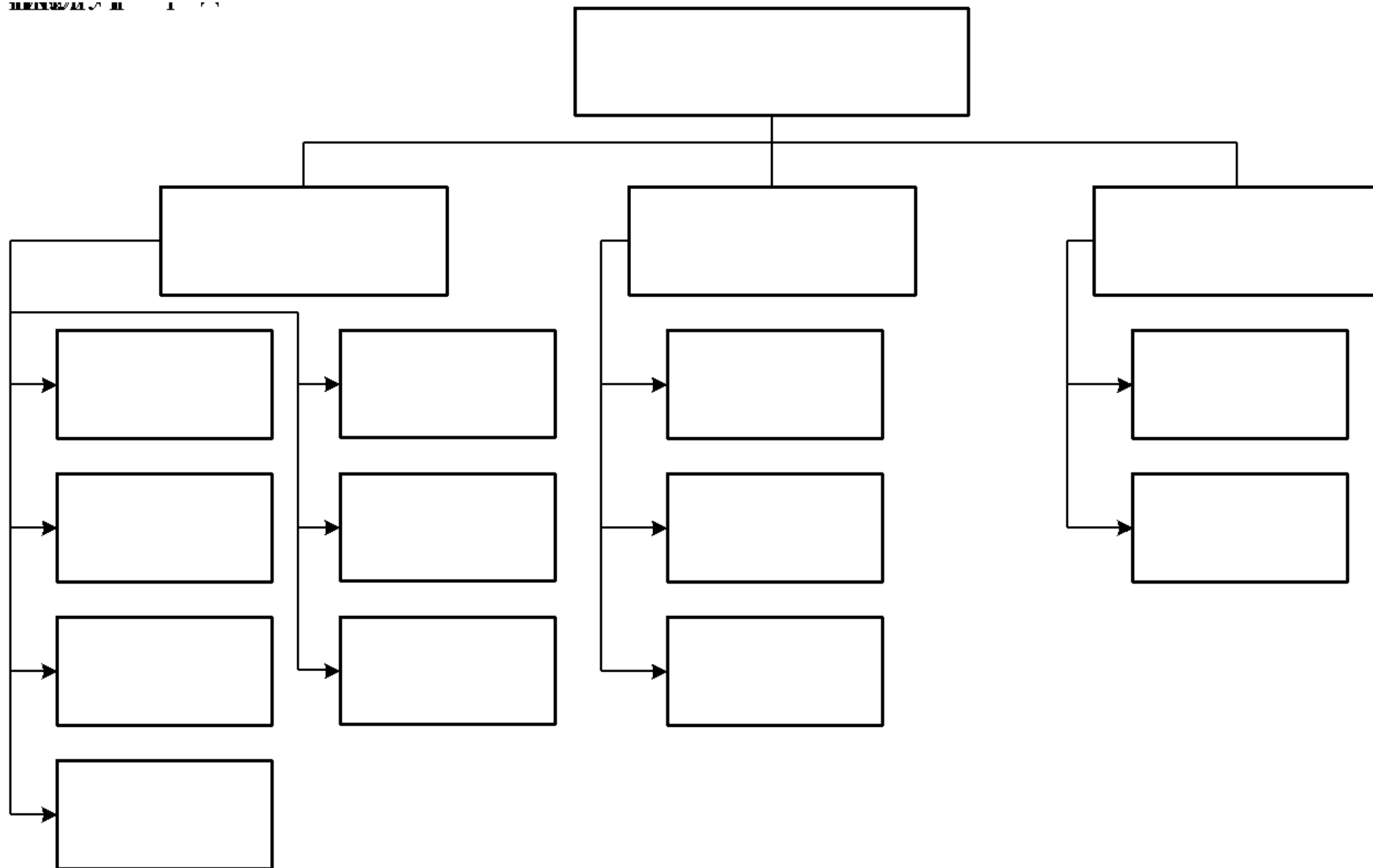


Рисунок 1 – Классификация ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

Задача 3 Построить классификацию методов распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

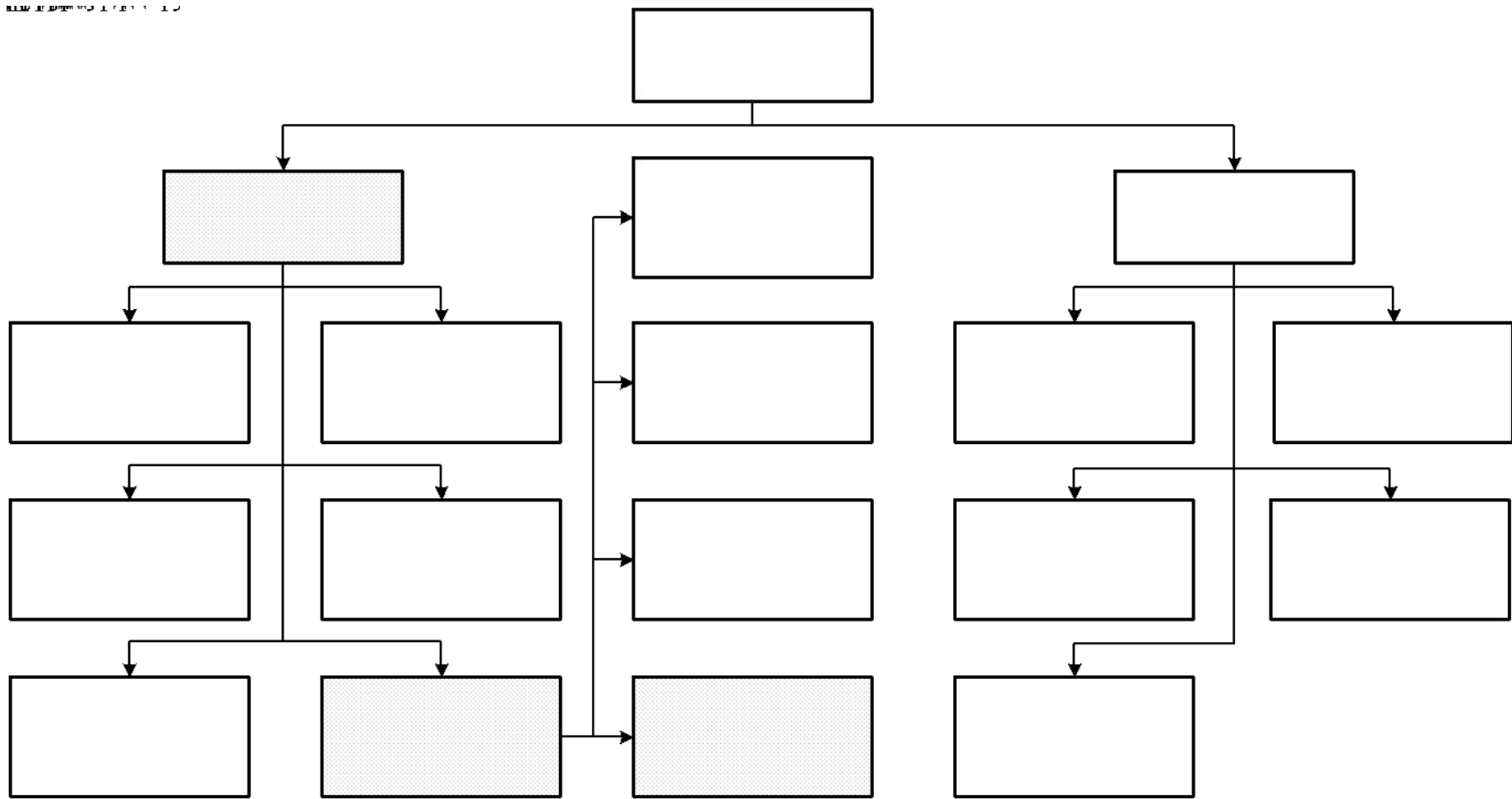


Рисунок 2 – Классификация методов распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

Задача 4 Построить целевую функцию и выбрать критерий для оценки качества разрабатываемого метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

где E – эффективность;

D – достоверность распознавания;

$$E = f(D, P),$$

P – производительность работы системы (определяется временем на распознавание).

где Z – целевая функция;

$$Z = Z_1(P) + Z_2(D) + Z_3$$

Z_1 – затраты от низкой производительности;

Z_2 – затраты от низкой достоверности;

Z_3 – затраты на монтаж и эксплуатацию.

$$Z_1 = \sum Z_i, Z_1 \leq Z_{max} = \sum Z_{i_max}$$

$$Z_2 = [e_A(1 - \alpha) + z_A\alpha]P_A + [e_B(1 - \beta) + z_B\beta]P_B,$$

где Z_i – затраты на i -ой камере;

e_A и e_B – экономия и возможный денежный доход от верного распознавания образа;

z_A и z_B – затраты от неверного распознавания образа;

α и β – соответственно ошибки первого и второго рода при определении состояния объекта;

P_A и P_B – соответственно априорные вероятности образов А и В.

$$C = \min Z(P, D)$$

$$P \geq P_3, D \geq D_3$$

где C – критерий качества;

P_3 и P – заданная и фактическая производительность;

D_3 и D – заданная и фактическая достоверность результатов распознавания.

$$D = 1 - (\alpha + \beta)/2 \rightarrow \max,$$

где D – достоверность;

α – ошибка первого рода (ложное срабатывание);

β – ошибка второго рода (пропуск).

Задача 5 Определить требования к разрабатываемому методу структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

Таблица 2 — Требования к разрабатываемому методу структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

Требование	Значение
Быстродействие	Способность работать в режиме реального времени
Распределённость	Способность объединять результаты распознавания с нескольких камер
Учёт	Регистрация событий, имеющих отношение к тревожным ситуациям
Размещение распознаваемого объекта в кадре целиком	Обязательно
Устойчивость к повороту	Не более 30 градусов
Достоверность	Не ниже 90%
Устойчивость к шумам и искажениям	Изображение должно быть чётким
Разрешающая способность	Размеры распознаваемых объектов не менее 10 пикселей в высоту
Нагрузка	Загрузка процессора не более 60%
Системные требования	ОС: Семейство Windows и Linux, свободное дисковое пространство для инсталляции не более 30 Мбайт, процессор Intel Pentium или совместимый, 2 Гб RAM, тактовая частота процессора не менее 1 ГГц

Задача 6 Разработать математическую модель структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

$$\Omega = (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_N),$$

$$S = (s_1, s_2, s_3, \dots, s_K),$$

$$L = (l_1, l_2, l_3, \dots, l_i, \dots, l_N),$$

где N – размер последовательности образов, каждый образ из которых соответствует одному из эталонных классов $\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3, \dots, \Omega_M$, M – общее количество классов образов, K – размер последовательности событий ($K \leq N$), $l_i = \{l_{i1}, l_{i2}, \dots, l_{ij}, \dots, l_{Ki}\}$, где K_i – количество элементов i -го списка причём каждый элемент списка $l_{ij} = (w_{ij}, p_{ij}, t_{ij})$, где p_{ij} – оценка вероятности j -го образа из i -го списка, t_{ij} – метка времени, когда был распознан j -ый образ из i -го списка.

$$A = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_W\},$$

$$G = \{N, T, P, S\}$$

где A – множество цепочек событий, которые необходимо проанализировать, G – контекстно-свободная грамматика в форме Бэкуса-Наура, N – множество нетерминальных (служебных) символов, T – множество терминальных символов, P – правила вида $\alpha \rightarrow \beta$ ($A \in N$, β – цепочка), S – начальный символ.

$$C \subseteq \alpha_x$$

где C – ситуация, x – индекс некоторого элемента в A

$$p_{A\beta} = \frac{\sum_{k=1}^t f_k C_{A\beta}(x_k)}{\sum_{\gamma} \sum_{k=1}^t f_k C_{A\gamma}(x_k)},$$

где $p_{A\beta}$ – априорные вероятности цепочек, x_k – k -ая цепочка из множества всех возможных цепочек (t возможных цепочек), f_k – субъективная вероятность появления k -ой цепочки, $C_{A\beta}$ – число вхождений правила $\alpha \rightarrow \beta$ в грамматический разбор цепочки k , γ – произвольная цепочка из

возможных цепочек, находящихся в правых частях правил, начинающихся A .

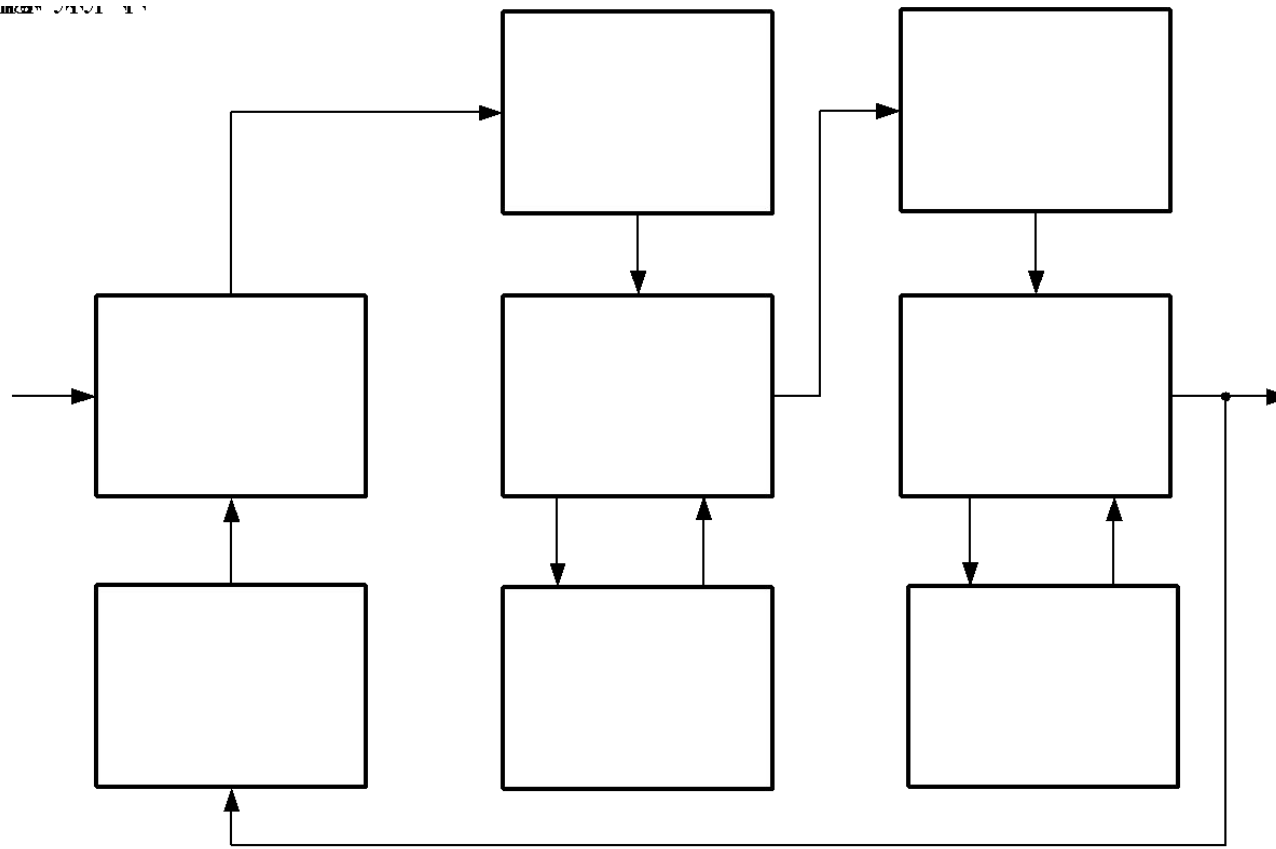
$$P(H_k|A) = \frac{p_{A\beta} * P(A|H_k)}{\sum_{i=1}^n P(H_i) * P(A|H_i)},$$

$$RF(l) = \prod_{j=1}^{K_j} P_i(H_k|A),$$

$$RP: \operatorname{argmax}(RF(L))$$

где $P(H_k|A)$ – вероятность образа H_k при истинности образа A (апостериорная вероятность), $p_{A\beta}$ – априорная вероятность образа H_k , $P(A|H_k)$ – вероятность образа A при истинности образа H_k , где $RF(l)$ – разделяющая функция, l цепочка событий, RP – разделяющее правило.

Задача 7 Разработать имитационную модель структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения



V – видеопоток;
 I_x – текущее изображение;
 Δt – время между кадрами;
 Ω_x – множество распознанных объектов;
 Ω – множество образов из «истории»;
 E_x – множество распознанных событий;
 E'_x – множество распознанных событий с учтённой апостериорной вероятностью;
 E – множество событий из «истории»;
 S_x – распознанная ситуация;
 $width$ – ширина кадра;
 $height$ – высота кадра.

Рисунок 5 – Схема имитационной модели структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

На вход поступает последовательность изображений $I_x(V)$, подаваемых с частотой $1/\Delta t$. На выходе – распознанная ситуация S_x

Задача 7 Разработать имитационную модель структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения (продолжение)

В случае без управления процессом распознавания период поступления кадров на систему распознавания постоянен:

$$\Delta t_{const} = t_1 - t_0 = t_2 - t_1 = \dots = t_{11} - t_{10}$$

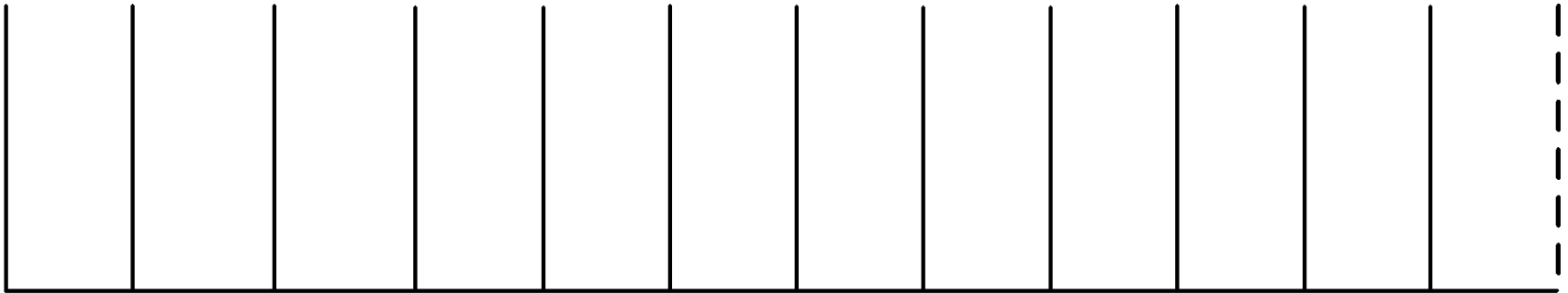


Рисунок 3 – Временная диаграмма работы имитационной модели без управления

В случае с управлением, период Δt меняется в зависимости от ситуации, в общем случае период Δt может меняться после каждого:

$$t_1' - t_0 \neq t_2' - t_1' \neq \dots \neq t_{11}' - t_{10}'$$

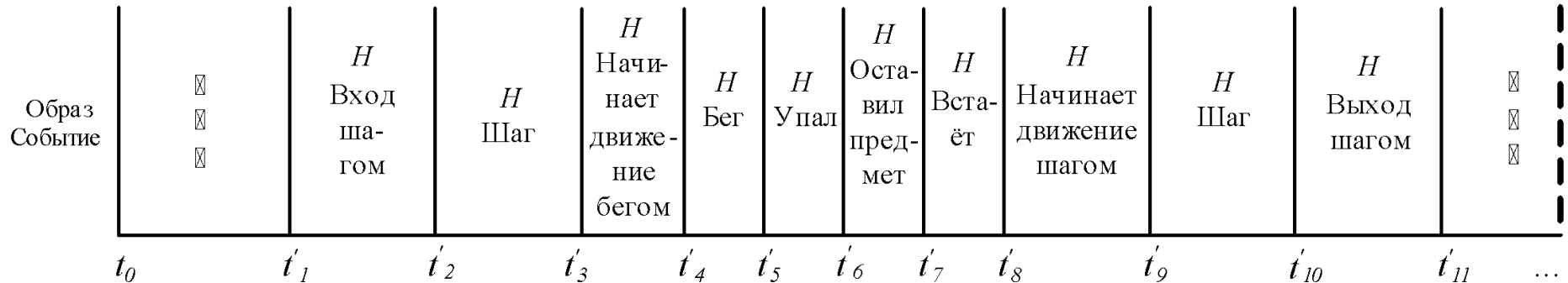


Рисунок 4 – Временная диаграмма работы имитационной при управлении

Задача 8 Разработать алгоритм и программное обеспечение для реализации метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

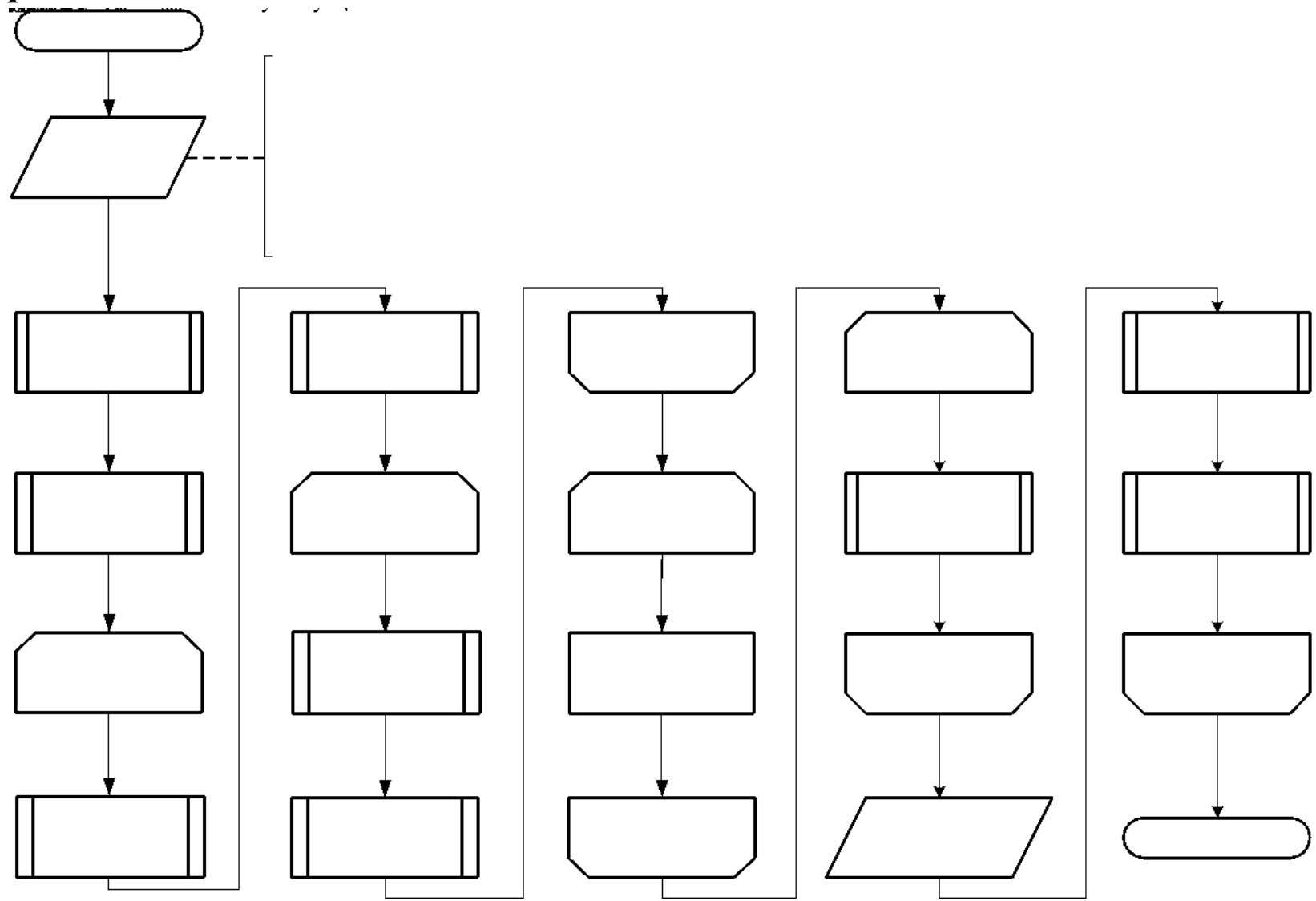


Рисунок 6 – Схема алгоритма программного обеспечения для реализации метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

Задача 8 Разработать алгоритм и программное обеспечение для реализации метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения (продолжение)

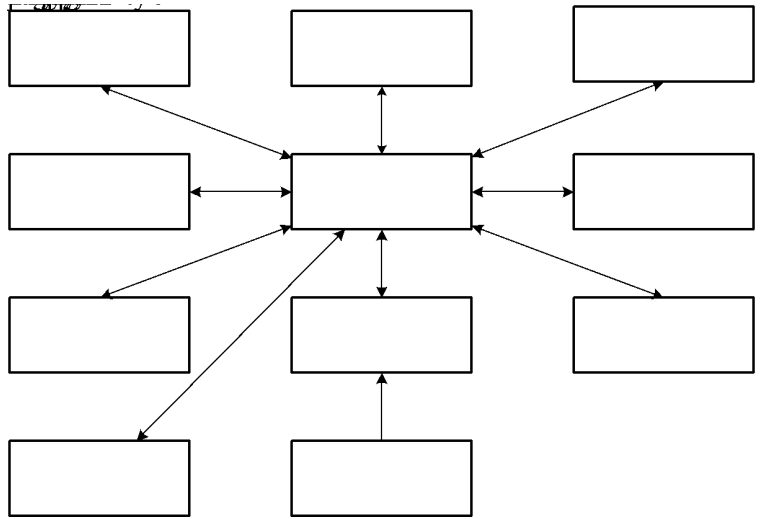


Таблица 3 – Перечень основных функций разработанного программного обеспечения

processVideo	Распознавание по видеопотоку
backgroundSubtract	Вычитание фона
objectRecognition	Распознавание объектов
eventRecognition	Распознавание событий
situationRecognition	Распознавание ситуации к текущему кадру
combCamRecs	Объединение результатов
applyManager	Изменение управляемых параметров

Рисунок 7 – Архитектура разработанного программного обеспечения



Рисунок 8 – Снимок экрана при работе разработанной программы (два кадра)

Задача 9 Провести исследование достоверности распознавания ситуаций с помощью разработанного метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

Достоверность:

$$D = 1 - \frac{(\alpha'_{cp} + \beta'_{cp})}{2},$$

где α'_{cp} – среднее значение ошибки первого рода (ложное срабатывание), нормированное на отрезок $[0...1]$;

β'_{cp} – среднее значение ошибки второго рода (пропуск), нормированное на отрезок $[0...1]$.

Нормализация:

$$\alpha'_i = \sqrt{\min(\alpha_i, M_i)} * \omega,$$

где α_i – количество ложных срабатываний в i -м эксперименте;

M_i – максимально допустимое количество ложных срабатываний в i -м эксперименте, больше которого ложные срабатывания не учитываются.

ω – коэффициент нормирования.

Таблица 4 — Результат исследования достоверности распознавания ситуаций с помощью разработанного метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

Название программы	t, с	α	β	1 - α , %	1 - β , %	1 - ($\alpha + \beta$)/2, %
NetCamCenter	0,021	0,29	0,35	0,71	0,65	0,68
Netcam Studio	0,03	0,29	0,33	0,71	0,67	0,69
WebCam Monitor	0,1	0,27	0,33	0,73	0,67	0,72
iSpy	0,02	0,27	0,31	0,73	0,69	0,72
Security Monitor Pro	0,027	0,27	0,29	0,73	0,71	0,72
Macroscop	0,025	0,22	0,29	0,78	0,71	0,73
Blue Iris	0,034	0,22	0,23	0,78	0,77	0,78
Разработанная программа (а)	0,0078	0,22	0,22	0,78	0,78	0,78
Разработанная программа (б)	0,008	0,16	0,17	0,84	0,83	0,84

Разработанная программа (а) – означает работу программы без модуля учёта апостериорной вероятности, вариант (б) означает работу с модулем учёта апостериорной вероятности.

Задача 10 Оценить эффективность разработанного метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

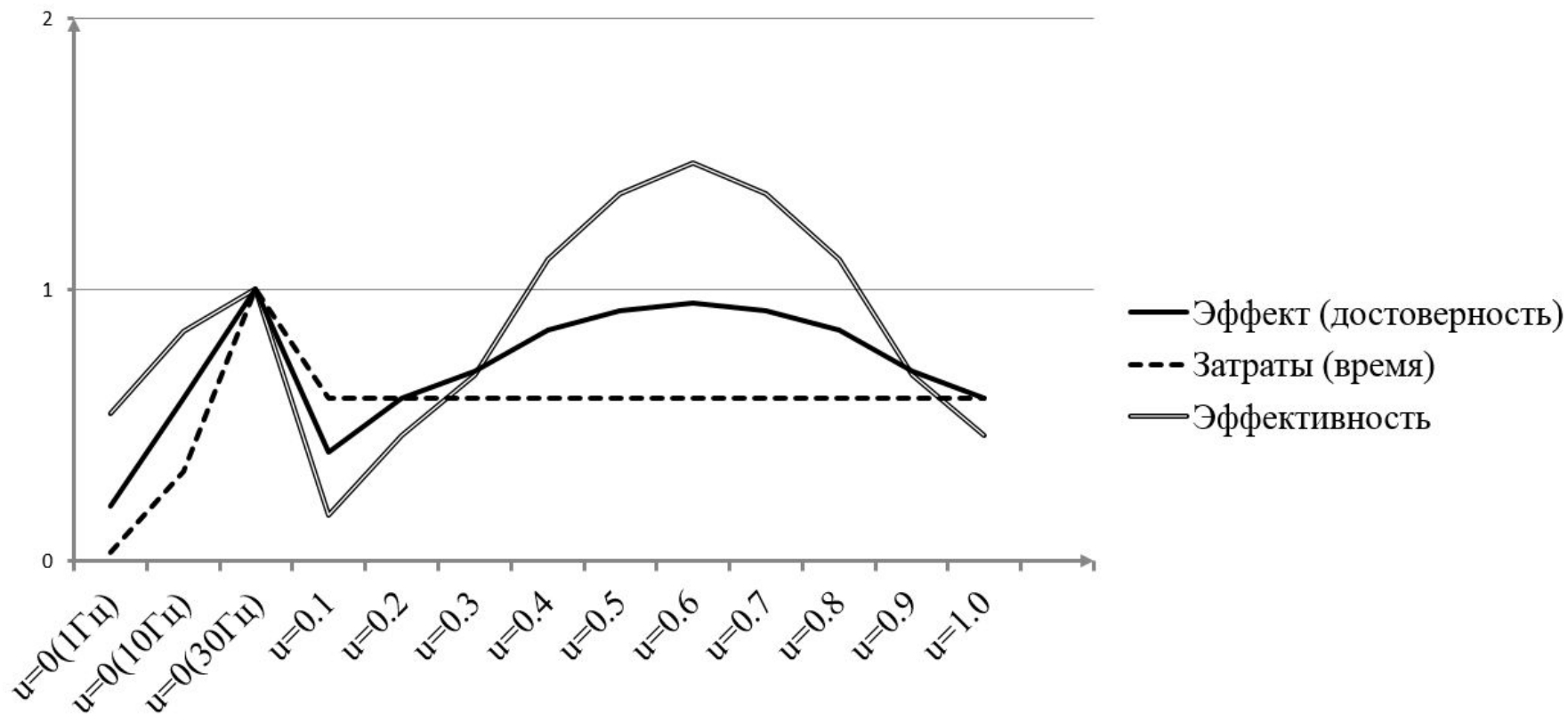


Рисунок 9 – График эффективности разработанного метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения

u – коэффициент управления;

$u = 0$ – управления не происходит;

$u = 1$ – максимальное управление, мгновенное изменение управляемых параметров;

$u = 0.55$ – коэффициент управления, при котором достигается наибольшая эффективность.

- 1 Проведён аналитический обзор методов распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 2 Построена классификация и дана характеристика ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 3 Построена классификация методов распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 4 Построена целевая функция и выбран критерий для оценки качества разрабатываемого метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 5 Определены требования к разрабатываемому методу структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 6 Разработана математическая модель структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 7 Разработана имитационная модель структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения. При применении управления модель поддерживает работу в режиме реального времени.
- 8 Разработан алгоритм и программное обеспечение для реализации метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.
- 9 Проведено исследование достоверности распознавания ситуаций с помощью разработанного метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения. Разработанный метод показывает повышение достоверности распознавания опасных ситуаций с человеком в распределённых системах видеонаблюдения на 6%.
- 10 Оценена эффективность разработанного метода структурного распознавания ситуаций в распределённых системах видеонаблюдения.

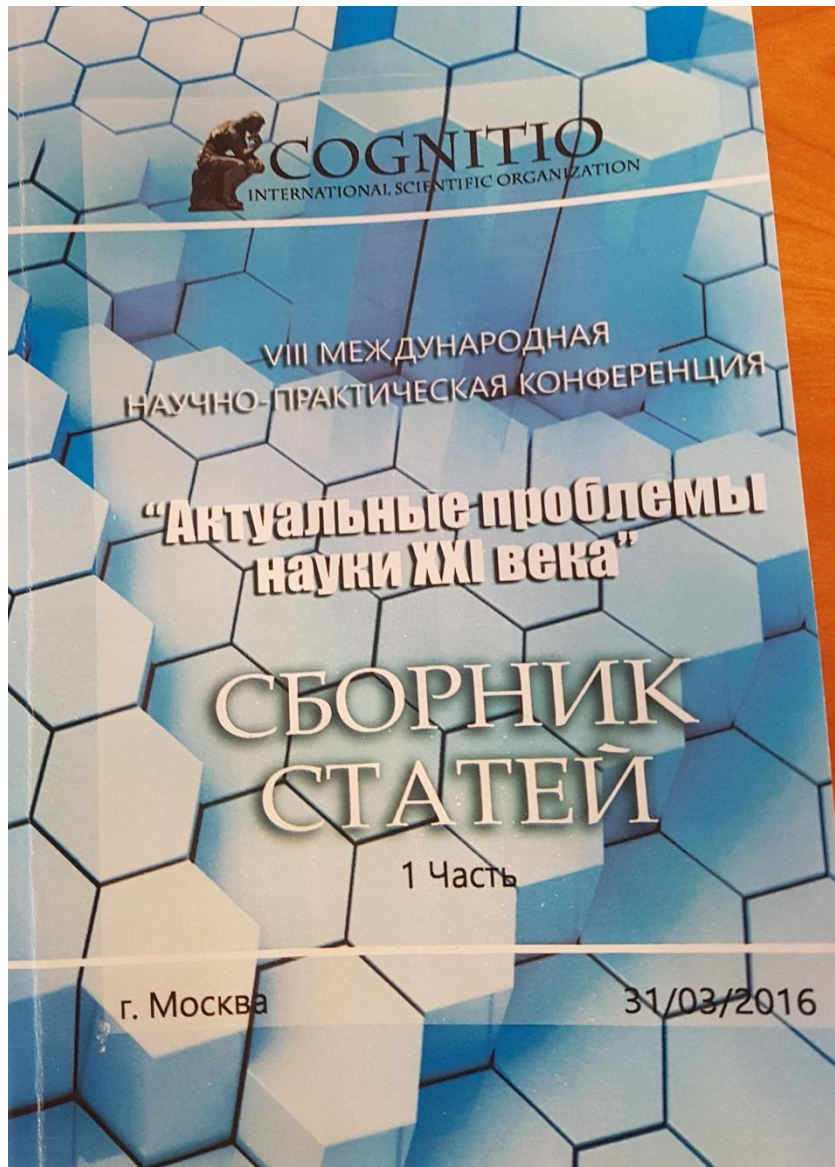


Рисунок А.1 – Фотография сборника международной конференции «Актуальные проблемы науки XXI века» [10]

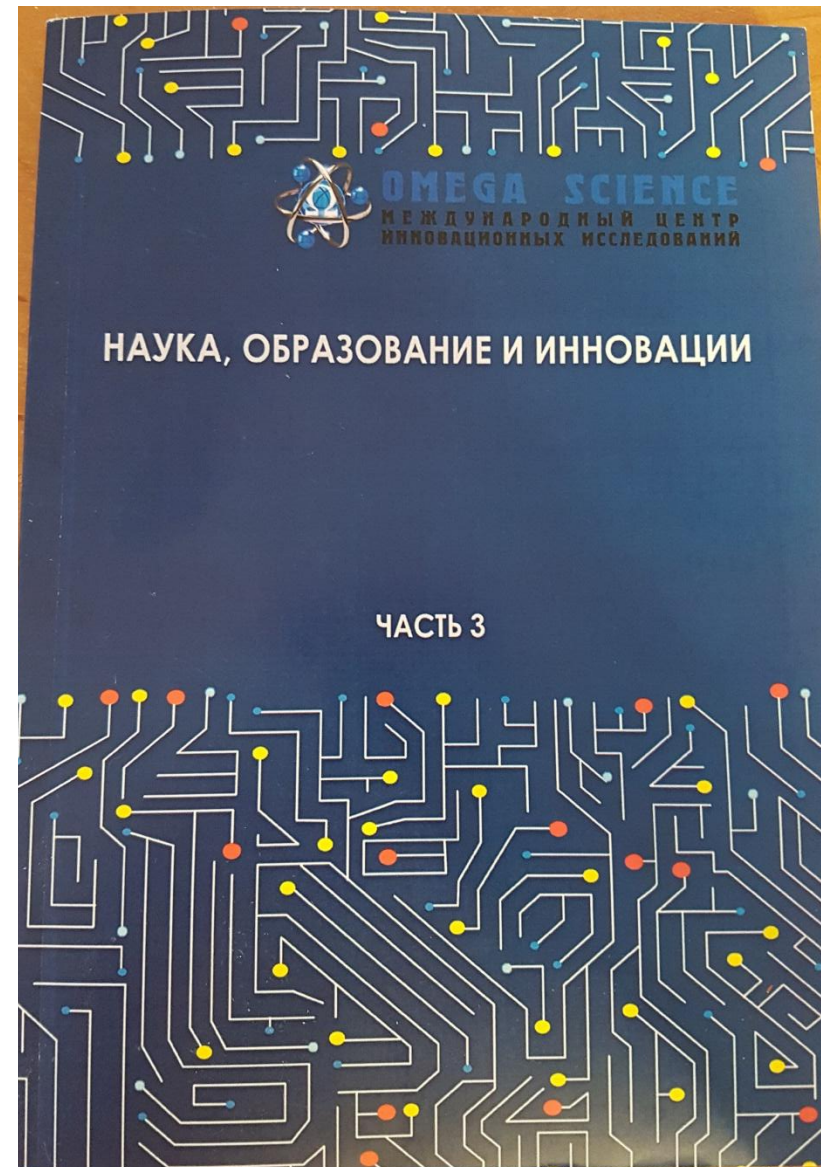


Рисунок А.2 – Фотография сборника международной конференции «Наука, Образование, Инновации» [30]