УГАТУ

Уфимский государственный авиационный технический университет

Лекция 7

СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ

ИСКУССТВЕННАЯ ИММУННАЯ СИСТЕМА, ИИС (Artificial Immune System, AIS) – это защитная система, основанная на принципах иммунитета, т.е. обладающая заложенной в нее способностью противостоять внешним чужеродным воздействиям, а также возникшим внутренним аномалиям в поведении системы.

1974 – модель иммунной сети (Н. Ерне)

1990 – иммунная система обнаружения вторжений (С. Форрест, Д. Дасгупта)

1999 – книга “Artificial Immune Systems and Their Applications” (под ред. Д. Дасгупты)

2002 – 1-я Международная конференция по ИИС (ICARIS’2002), Великобритания

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИИС И НС

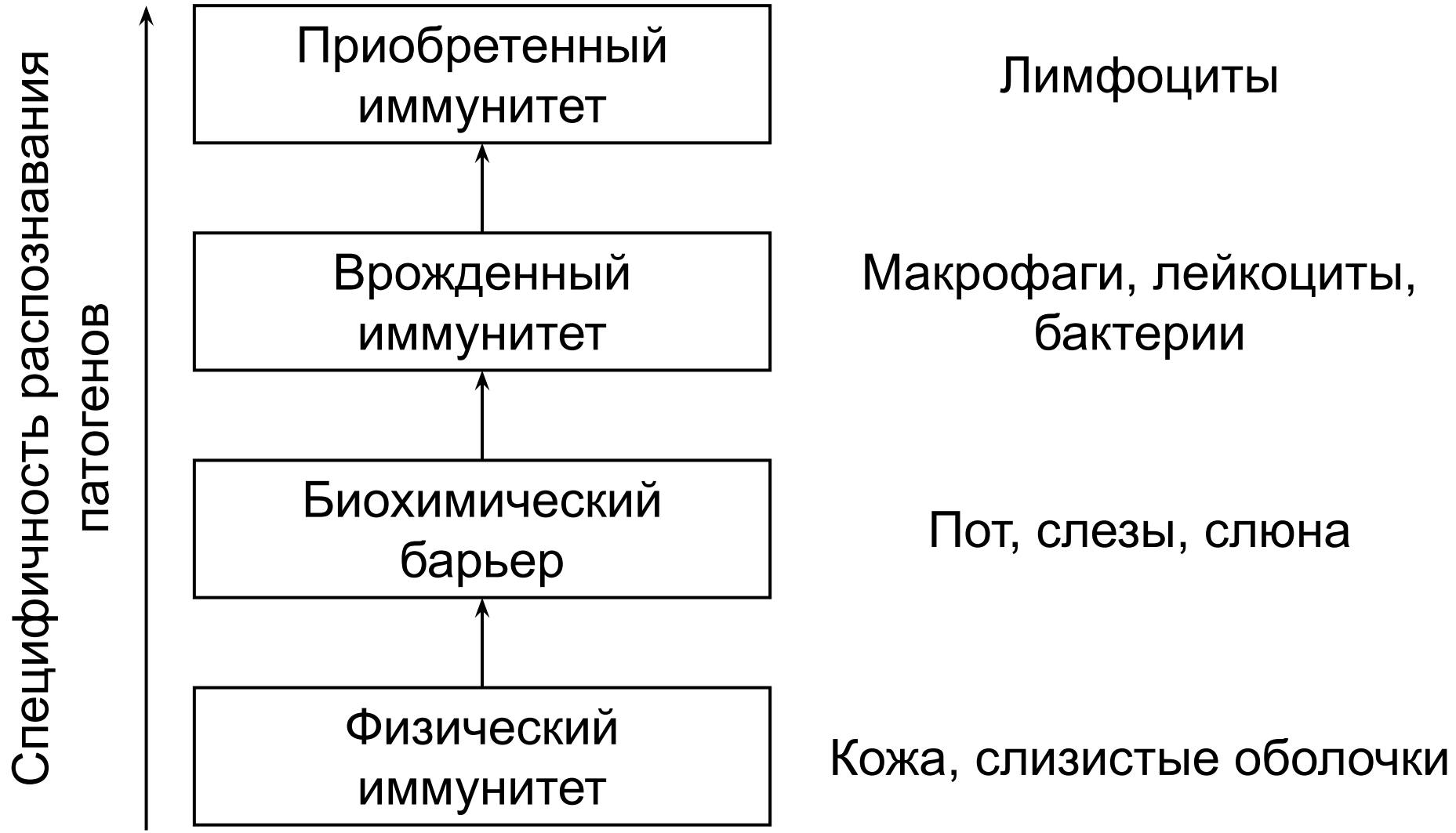
Сходства ИИС и НС:

- обучение на шаблонах;
- наличие ассоциативной памяти;
- необходимость в предварительной настройке параметров;
- функционирование в условиях неполноты и неопределенности информации.

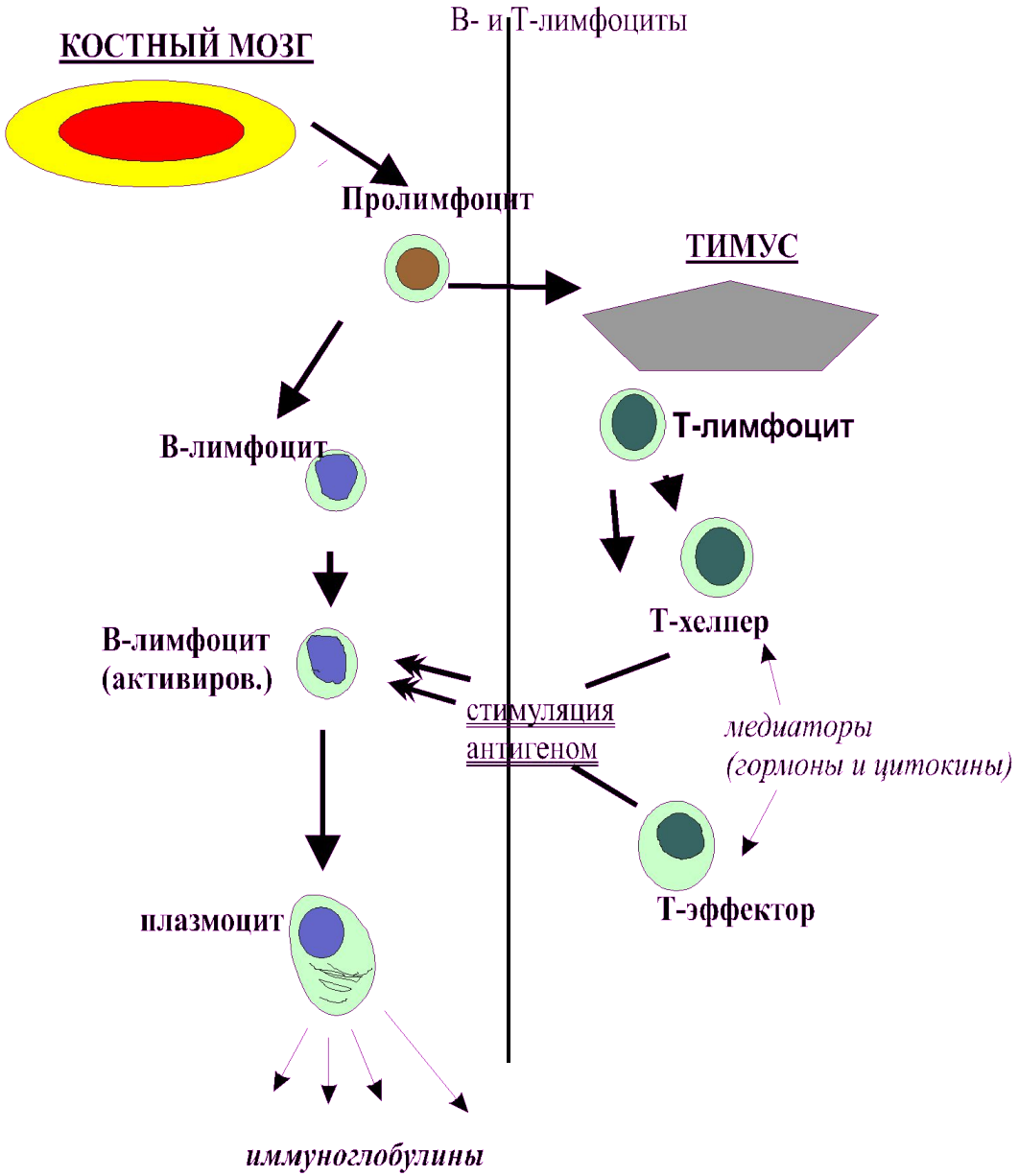
Отличия ИИС:

- базовые элементы – лимфоциты и антитела;
- количество элементов, их положение и взаимодействие изменяется динамически;
- децентрализация управления;
- самоорганизация поведения.

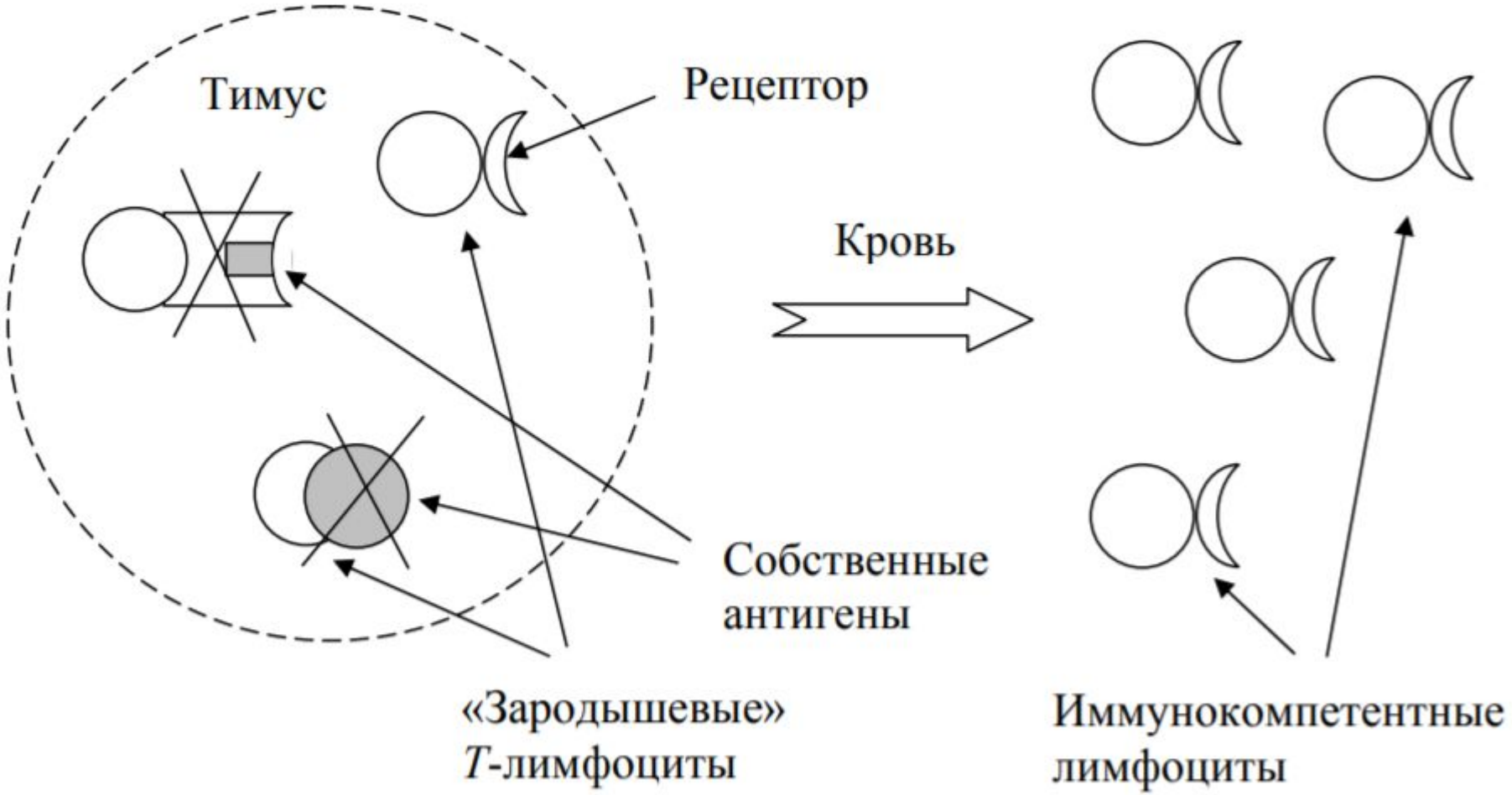
МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА



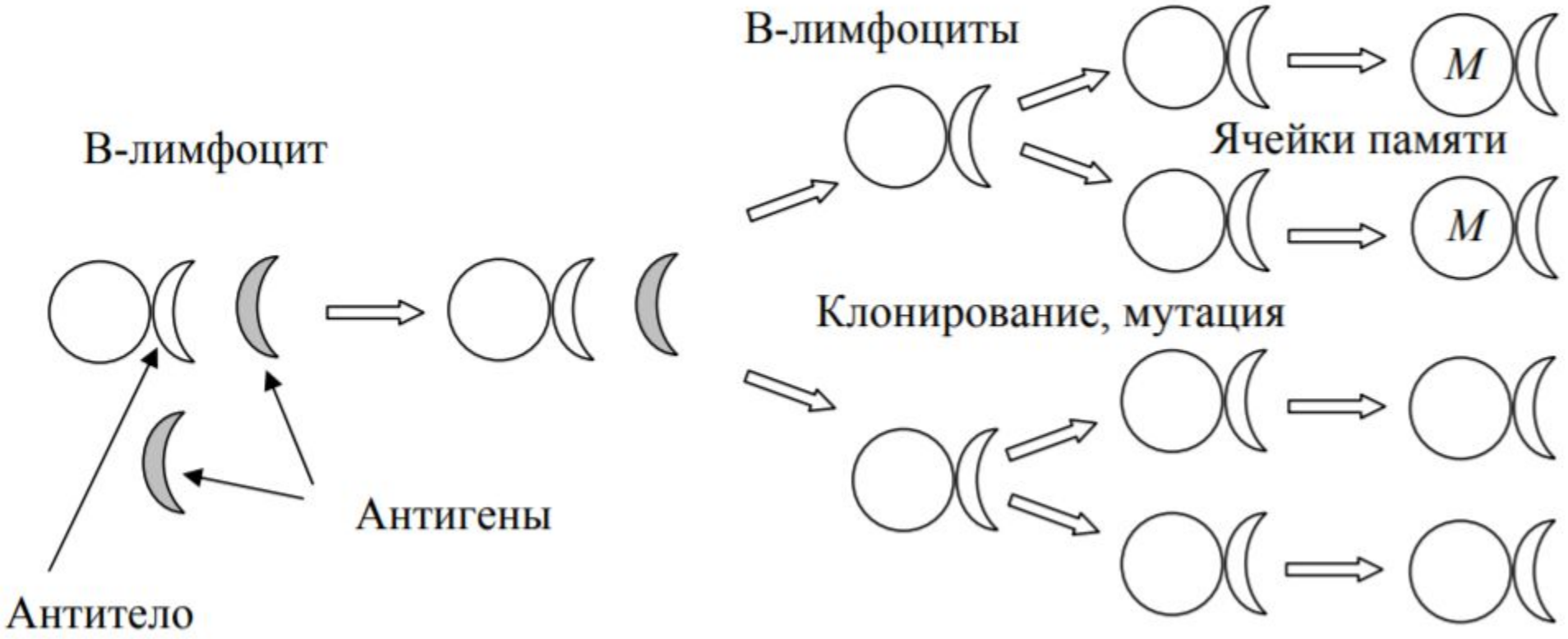
ОБЩАЯ СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ПРИОБРЕТЕННОГО (АДАПТИВНОГО) ИММУНИТЕТА



МЕХАНИЗМ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ОТБОРА (*Т*-лимфоциты)



МЕХАНИЗМ КЛОНАЛЬНОЙ СЕЛЕКЦИИ (*B*-лимфоциты)



ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМОВ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Этап 1. Сбор исходных данных о работе ИС

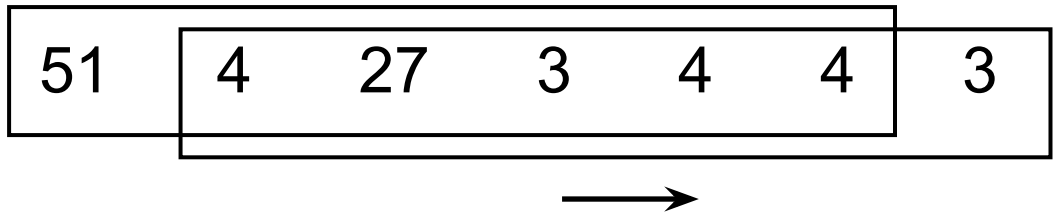
Пусть $S = \{s_1, s_2, s_3, ..., s_N\}$ временной ряд, составленный из условных номеров (кодов) $s_1, s_2, s_3, ..., s_N$ системных вызовов, последовательно выполняемых различными приложениями информационной системы (ИС) на конечном интервале времени при ее нормальной работе.

Способ кодирования:

Системный вызов	Номер s_i
Cancel Remove Device	1
Cancel Stop Device	2
Close File	3
...	...
Write File	133

Этап 2. Формирование шаблонов нормальной активности ИС

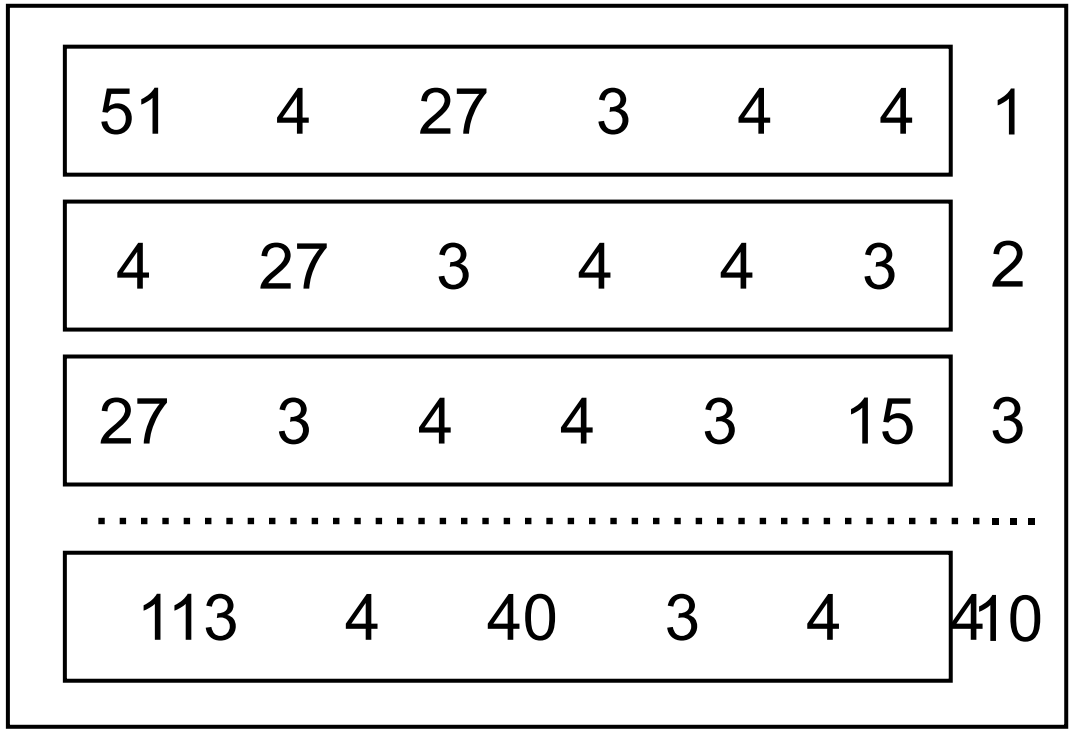
Последовательность системных вызовов:



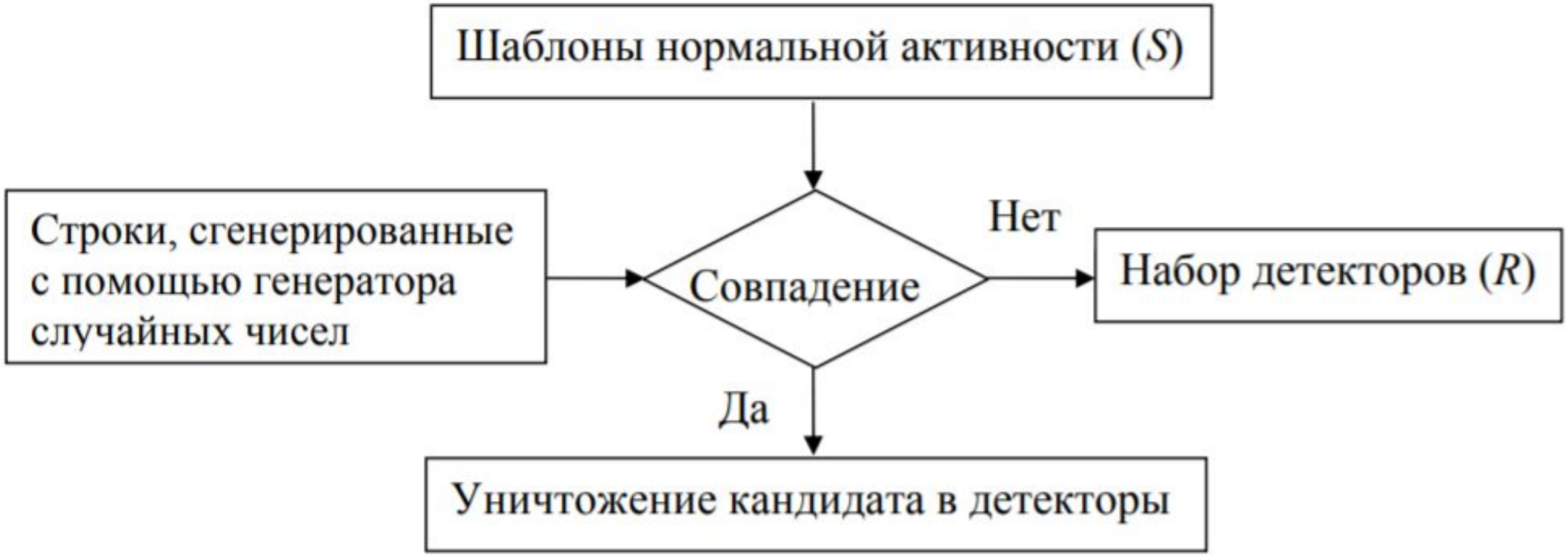
Размер скользящего временного окна: $n = 6$;

Сдвиг временного окна (шаг): $h = 1$

Набор шаблонов (профилей) нормальной активности:



Этап 3. Формирование набора детекторов (алгоритм отрицательного отбора)



АФФИННОСТЬ (от лат. affinitas – близость, родство) – определяется как число совпадающих смежных элементов 2-х строк: кандидата в детекторы ($g^{(i)}$) и шаблона нормальной активности ($s^{(j)}$):

$$Aff\left(g^{(i)}, s^{(j)}\right) = n - d\left(g^{(i)}, s^{(j)}\right), \qquad (1)$$

где $d\left(g^{(i)}, s^{(j)}\right)$ – расстояние Хемминга (число несовпадающих элементов строк $(g^{(i)})$ и $(s^{(j)})$ в идентичных позициях), i и j – соответственно номера случайно сгенерированной строки $(g^{(i)})$ и шаблона $(s^{(j)})$, n – длина строк $(g^{(i)})$ и $(s^{(j)})$.

Правило частичного совпадения 2-х строк: строки $(g^{(i)})$ и $(s^{(j)})$ совпадают, если они совпадают по крайней мере в r идентичных смежных позициях: $Aff\left(g^{(i)}, s^{(j)}\right) \geq r$, где r – заданный порог аффинности.

Пример. Дано: $n = 8$; $r = 5$;

$$g^{(1)} = 51 \quad 4 \quad 27 \quad 3 \quad 4 \quad 4 \quad 3 \quad 15$$
$$s^{(1)} = 41 \quad 15 \quad 27 \quad 3 \quad 4 \quad 4 \quad 3 \quad 113$$

→ Данные строки совпадают, т.к. $d\left(g^{(1)}, s^{(1)}\right) = 3;\ Aff\left(g^{(1)}, s^{(1)}\right) = 8 - 3 = 5 = r.$

Этап 4. Обнаружение аномалий в поведении процесса

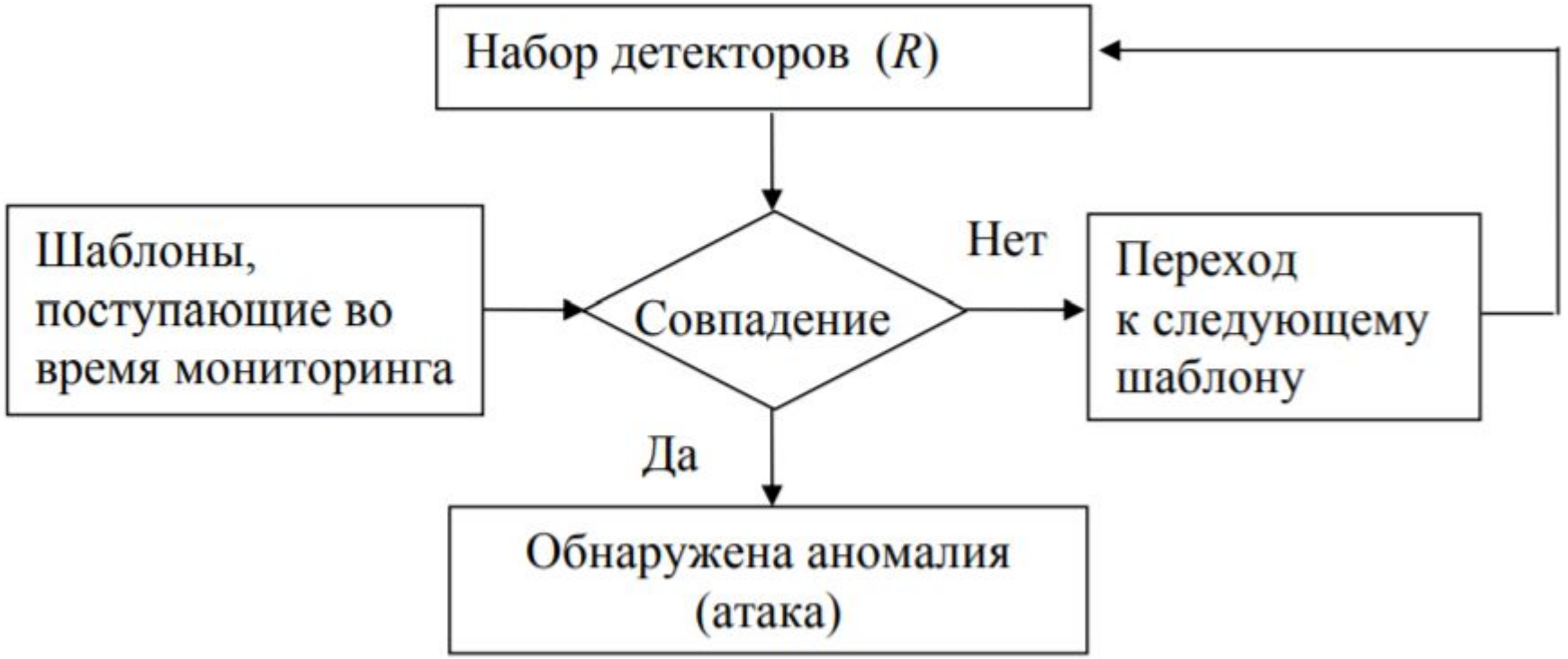
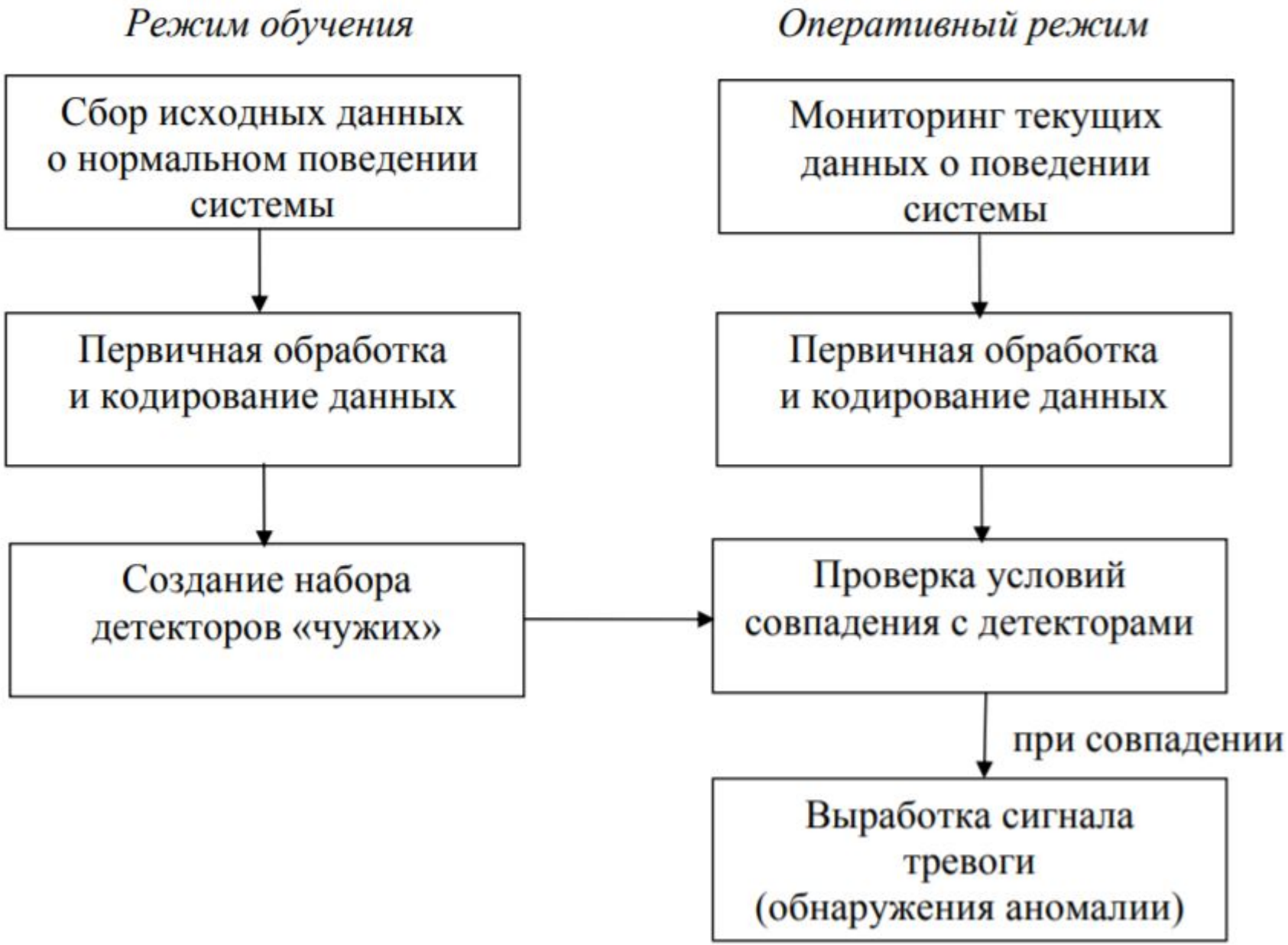


СХЕМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Брюхомицкий Ю.А. Искусственные иммунные системы в информационной безопасности: учебное пособие, Таганрог: Изд-во Южного федерального ун-та, 2019. 147 с.
2. Васильев В.И., Шамсутдинов Р.Р. Интеллектуальная система обнаружения сетевых атак на основе механизмов искусственной иммунной системы // Моделирование, оптимизация и информационные технологии / Электронный научный журнал, г. Воронеж, том 7, № 1, 2019. http:// moit.vivt.ru/doi:10.26102/2310-6018/2019.24.1.0101
3. Сулавко А.Е. Абстрактная модель искусственной иммунной сети на основе комитета классификаторов и ее использование для распознавания образов клавиатурного почерка // Компьютерная оптика, том 44, № 5, 2020. С. 830-844.