УГАТУ
Уфимский государственный авиационный технический университет

Лекция 9

АНАЛИЗ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И НЕЧЕТКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

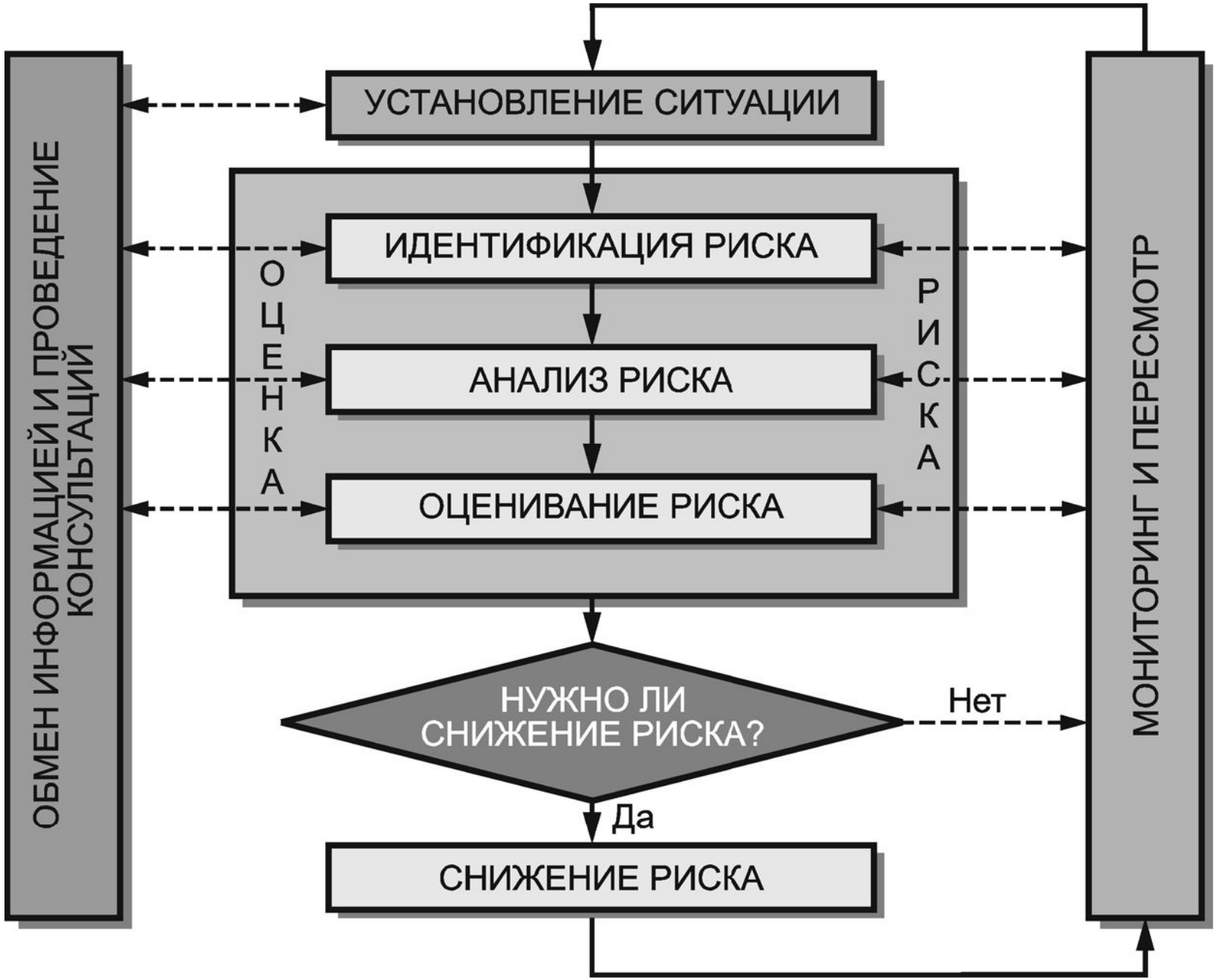
Информационная безопасность (ИБ) – это состояние защищенности информационной среды.

Кибербезопасность – это совокупность методов, технологий и продуктов, предназначенных для защиты целостности сетей, программ и данных от цифровых атак.

Объекты критической информационной инфраструктуры (КИИ) – это информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления (АСУ) субъектов КИИ.

Риск ИБ – это мера, учитывающая вероятность реализации угрозы и величину потерь (ущерба) от реализации этой угрозы.

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКОВ ИБ



АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННОЙ АСУ ТП (ГОСТ Р МЭК 62443-3-3-2015)

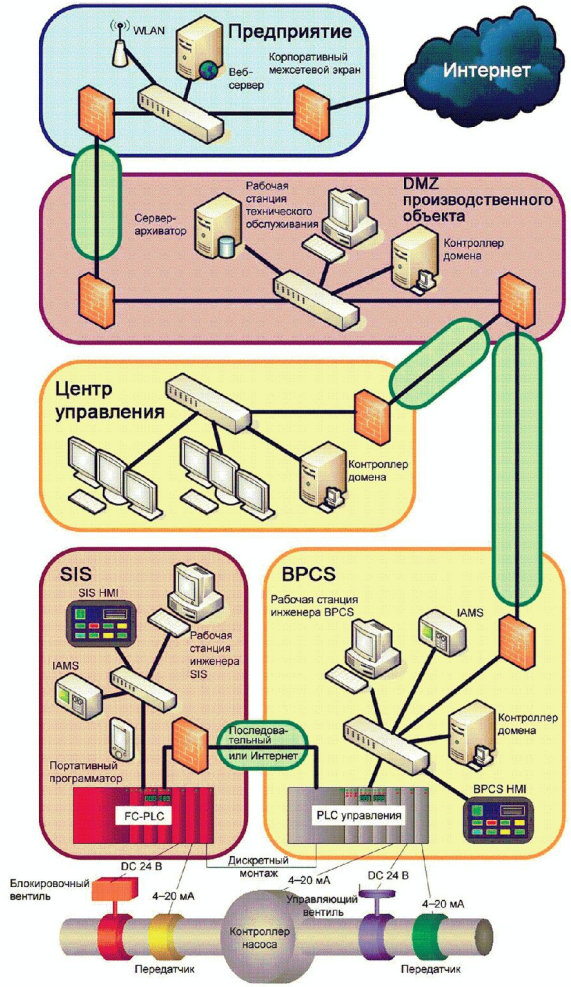


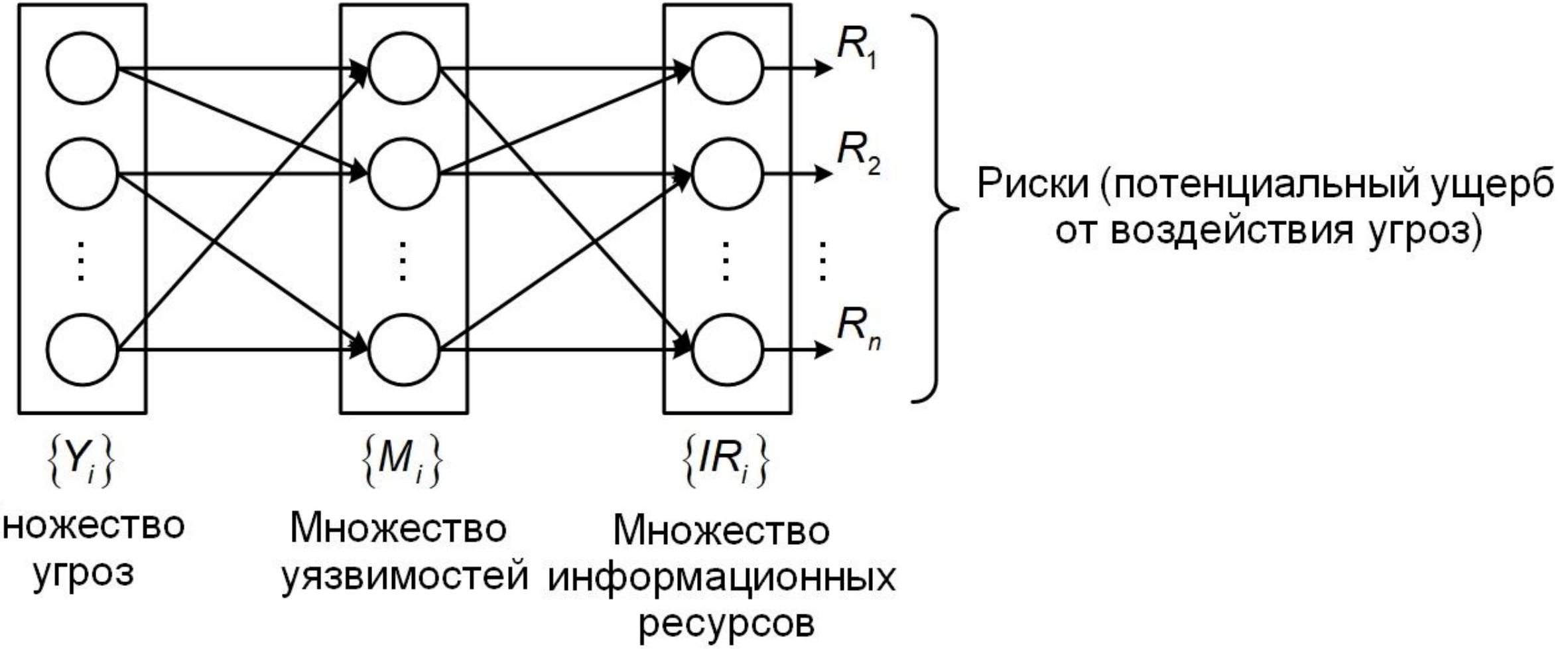
Рисунок А.1 — Общий пример из обрабатывающей промышленности, иллюстрирующий зоны и тракты

На рисунке А.2 представлено графическое изображение производственного объекта. Он содержит четыре обозначенные зоны: корпоративную сеть, промышленно-корпоративную DMZ и две промышленные сети. Корпоративная инфраструктура включает в себя WLAN и соединение с Интернетом. Многие организации используют DMZ между важными частями их систем, предназначенную для изоляции сетевого трафика. В данном конкретном примере каждая промышленная сеть функционирует относительно независимо от другой промышленной сети и при этом содержит свой PLC, периферийные устройства и HMI.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ
(ГОСТ Р 56205-2014 IEC/TS 62443-1-1:2009)

- Зона безопасности – совокупность логических или физических объектов, к которым предъявляются общие требования безопасности.
- Тракт – логическое объединение каналов связи, связывающие между собой две или более зоны безопасности.
- Уровень безопасности – степень необходимой эффективности контрмер и внутренне присущих свойств безопасности устройств и систем для зоны или тракта, основанная на оценке риска для данной зоны или тракта.

ОБЩАЯ СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ РИСКОВ ИБ (модель Клементса-Хоффмана)



ФОРМУЛА РИСКА

РИСК = УГРОЗА * УЯЗВИМОСТЬ * ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС

Локальный риск (для *i*-го информационного ресурса):

$$R_{i\text{угр}} = f\left(P_{\text{уязв}\ i}, P_{\text{ИР}\ i}, C_{\ i}\right), \quad (1)$$

где $R_{i\text{ущ}} = C_{\text{ИР}i} / C_{\text{угр}i}$; $P_{i\text{уязв}}$ – вероятности появления *i*-й угрозы и реализации *i*-й уязвимости; $C_{\text{ИР}_i}$ – стоимость (ценность) *i*-го ИР; $O_{\text{ущ}_i}$ – величина ущерба от реализации *i*-й угрозы.

Для совокупности информационных ресурсов:

а) максимальный локальный риск:

$$R_{i\max} = \max_{1 \le i \le n}\{R_i\} \quad (2)$$

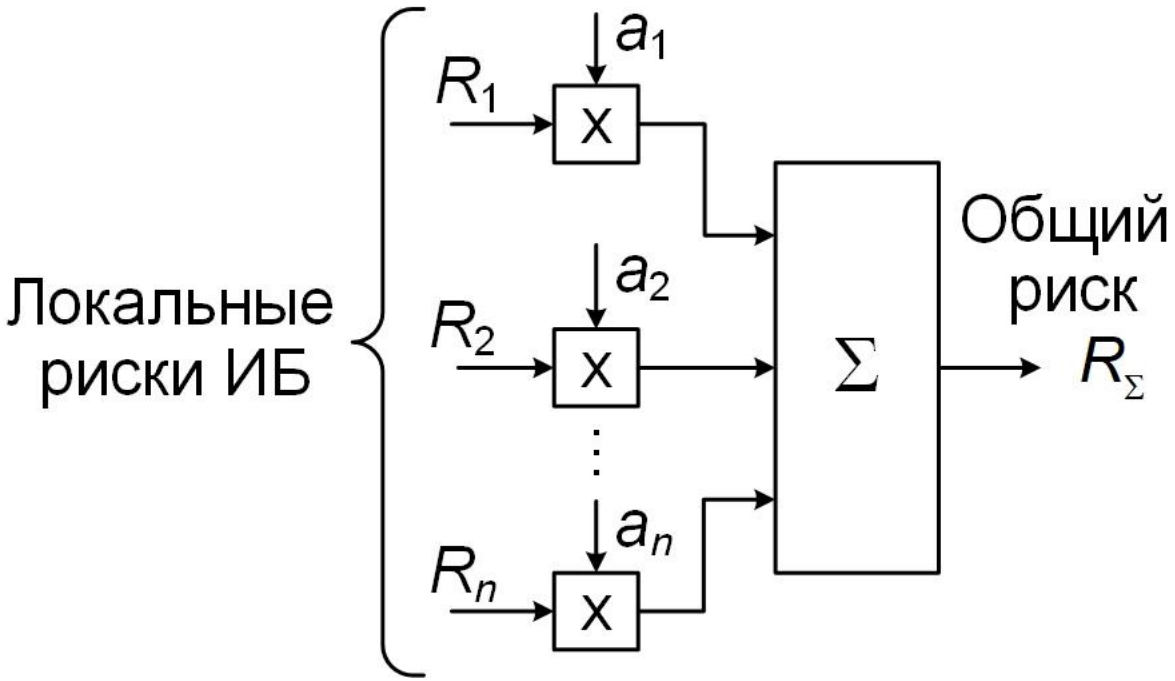
б) общий (суммарный) риск:

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} a_i R_i, \quad (3)$$

где $a_{\text{ИР}i} = C_{\text{ИР}i} / C_{\Sigma}$ – удельный вес (значимость) *i*-го ИР;

$C_{\text{ИР}_i} = \sum_{i=1}^{n} C_{\text{ИР}_i}$ – общая стоимость (ценность) всех ИР.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЩЕГО РИСКА ИБ



$$R_\Sigma = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ущ_i}}{C_{ИР_\Sigma}} = \frac{C_{ущ_1}}{C_{ИР_\Sigma}} + \ldots + \frac{C_{ущ_n}}{C_{ИР_\Sigma}} =$$

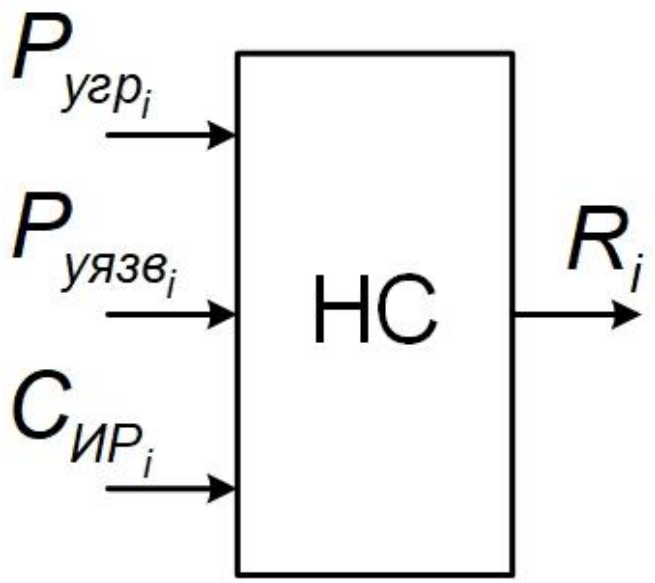
$$= \frac{C_{ущ_1}}{C_{ИР_1}} \cdot \frac{C_{ИР_1}}{C_{ИР_\Sigma}} + \ldots + \frac{C_{ущ_n}}{C_{ИР_n}} \cdot \frac{C_{ИР_n}}{C_{ИР_\Sigma}} =$$

$$= a_1 R_1 + \ldots + a_n R_n .$$

где $a_{ИР_i} = \frac{C_{ИР_i}}{C_{ИР_\Sigma}}$; $C_{ИР_\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} C_{ИР_i}$

Здесь: $0 \le R_i \le 1,\ (i = 1,2,\ldots,n);\ 0 \le R_\Sigma \le 1;\ \sum_{i=1}^{n} a_i = 1.$

ОЦЕНКА РИСКОВ ИБ С ПОМОЩЬЮ НС



Варианты построения НС:

а) многослойный персептрон;

б) РБФ-сеть;

в) нейро-нечеткая сеть ANFIS.

Процедура обучения НС:

Подготовка исходных данных

↓

Построение обучающей выборки

↓

Выбор архитектуры / структуры НС

↓

Обучение / тестирование НС

ДОСТОИНСТВА применения НС для оценки рисков ИБ:

- возможность обучения на реальных данных;
- универсальность (НС – «универсальный аппроксиматор»).

НЕДОСТАТКИ:

- отсутствие или недостаток реальных данных;
- сложности обучения больших НС («проклятие размерности»);
- непрозрачность, недостаточная интерпретируемость НС.

ВЫХОД: применение методов и технологий нечеткого когнитивного моделирования.

НЕЧЕТКАЯ КОГНИТИВНАЯ КАРТА (Fuzzy Cognitive Map)

– это модель системы (проблемы, ситуации) в форме ориентированного графа, состоящая из 3-х множеств:

$$\text{НКК} = < C, F, W >, \tag{1}$$

где $C = \{C_i\}$ – множество концептов (вершин графа);

$F = \{F_{ij}\}$ – множество связей между концептами (дуг графа);

$W = \{W_{ij}\}$ – множество весов связей; $i, j = 1, 2, \ldots, n$, n – число вершин графа.

Уравнения состояния концептов $(k = 0, 1, 2, \ldots)$:

$$X_i(k+1) = f\left(X_i(k) + \sum_{j=1}^{n} W_{ji} X_i(k) \right), \tag{2}$$

где $X_i(k)$ – переменная состояния концепта C_i; $f(\cdot)$ – функция активации концепта:

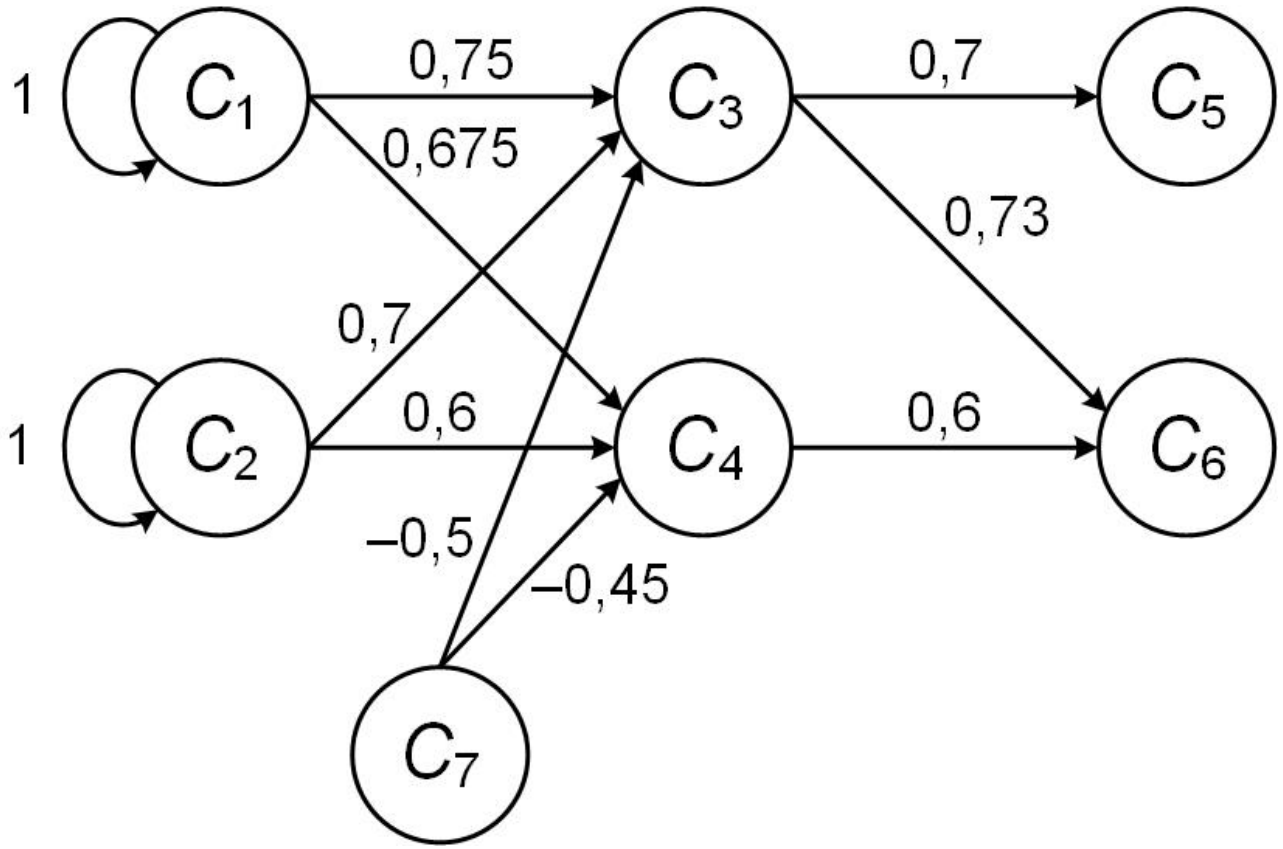
$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}; \qquad f(x) = \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}}. \tag{3}$$

ВЕСА СВЯЗЕЙ НКК

Лингвистическое значение силы связи	Терм	Числовой диапазон
Не влияет	Z	0
Очень слабая	VS	(0; 0,15]
Слабая	S	(0,15; 0,35]
Средняя	M	(0,35; 0,6]
Сильная	H	(0,6; 0,85]
Очень сильная	VH	(0,85; 1]

Z – Zero; VS – Very Small; S – Small; M – Middle; H – High; VH – Very High

ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ НКК



Требуется оценить риски нарушения конфиденциальности (C_5) и целостности (C_6) информации, вызванные попыткой НСД (C_1) и воздействием вредоносного ПО (C_2).

№ концептов	Наименование концептов	Переменные состояния, X_i
C_1	Попытка НСД к информации	Вероятность возникновения
C_2	Вредоносное программное воздействие (ПВ)	Вероятность возникновения
C_3	БД, размещенная на сервере	Доля утраченных или искаженных записей, к общему количеству
C_4	Электронный документооборот организации	Доля времени на простои или восстановление нормальной работы ЭДО, к общему времени
C_5	Ущерб вследствие нарушения конфиденциальности информации	Величина ущерба, в отн. ед.
C_6	Ущерб вследствие нарушения целостности информации	Величина ущерба, в отн. ед.
C_7	Контрмеры по ЗИ	Стоимость контрмер, в отн. ед.

СЦЕНАРИИ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Сценарий A (НСД при отсутствии контрмер по ЗИ):

$$X(0) = (0{,}9;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0).$$

Сценарий B (Вредоносное ПВ при отсутствии контрмер по ЗИ):

$$X(0) = (0;\ 0{,}9;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0).$$

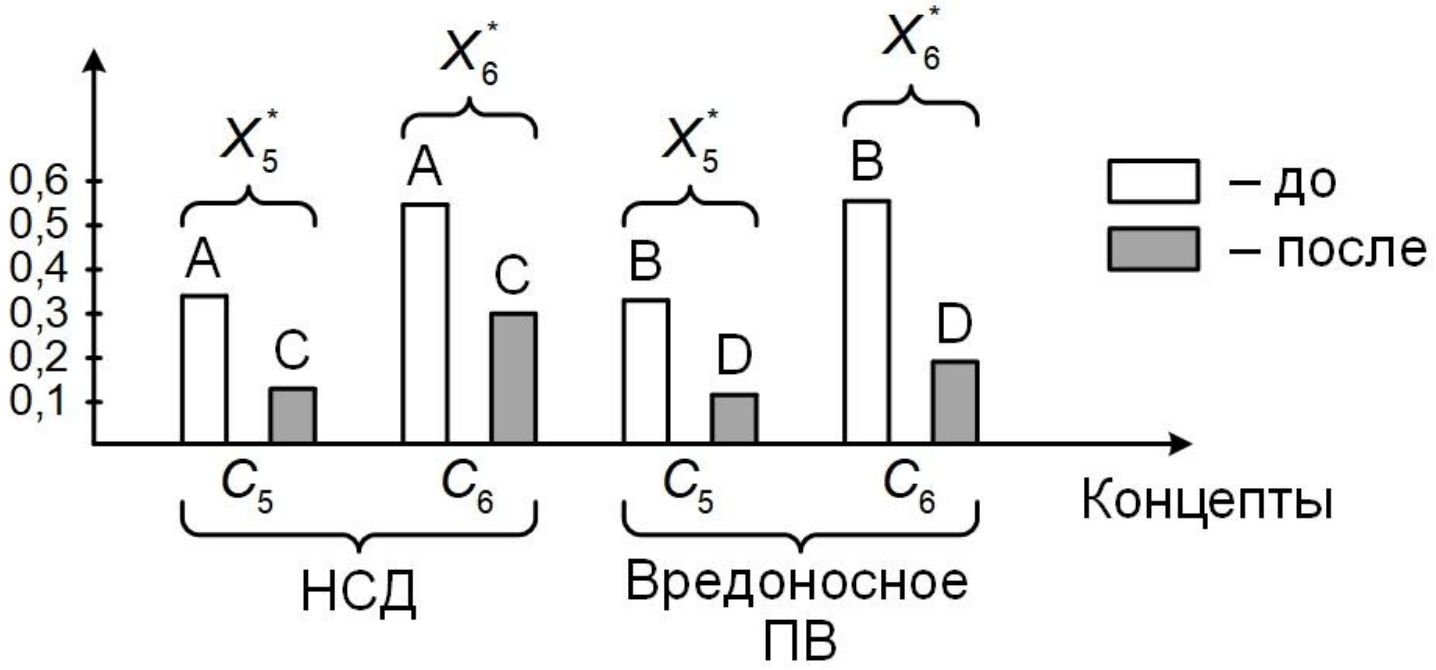
Сценарий C (НСД при использовании контрмер по ЗИ):

$$X(0) = (0{,}9;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0{,}9).$$

Сценарий D (Вредоносное ПВ при использовании контрмер по ЗИ):

$$X(0) = (0;\ 0{,}9;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0{,}9).$$

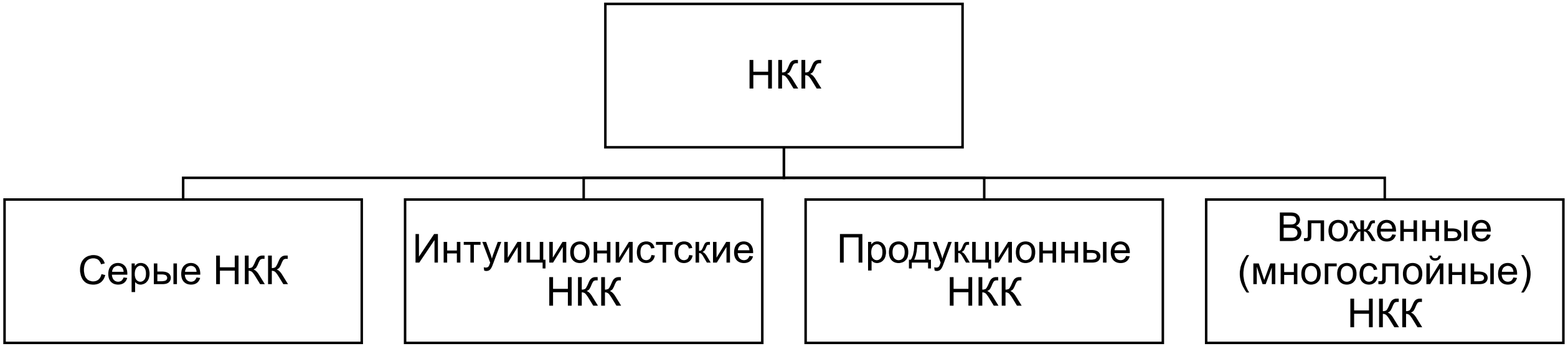
РИСКИ ИБ (до и после принятия контрмер по ЗИ)



Риски ИБ	НСД		Вредоносное ПО	
	До принятия контрмер	После принятия контрмер	До принятия контрмер	После принятия контрмер
Нарушение конфиденциальности (X_5^*)	0,34	0,135	0,325	0,12
Нарушение целостности (X_6^*)	0,555	0,25	0,53	0,195

X_5^*, X_6^* – установившиеся значения переменных X_5, X_6 (через 8-10 итераций).

ДРУГИЕ КЛАССЫ НКК



Преимущества НКК по сравнению с НС:

- наглядность;
- прозрачность (интерпретируемость).

Но: субъективность в выборе весов связей НКК.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев В.И., Вульфин А.М., Гузаиров М.Б., Кириллова А.Д. Интервальное оценивание информационных рисков с помощью нечетких серых когнитивных карт // Информационные технологии, т. 24, № 10, 2018. С. 657-664.
2. Васильев В.И., Вульфин А.М., Гузаиров М.Б., Картак В.М., Черняховская Л.Р. Оценка рисков кибербезопасности АСУ ТП промышленных объектов на основе вложенных нечетких когнитивных карт // Информационные технологии, т. 26, № 4, 2020. С. 213-221.
3. Васильев В.И., Вульфин А.М., Герасимова И.Б., Картак В.М. Анализ рисков кибербезопасности с помощью нечетких когнитивных карт // Вопросы кибербезопасности, № 2 (36), 2020. С. 11-21.
4. Васильев В.И., Вульфин А.М., Черняховская Л.Р. Анализ рисков инновационных проектов с использованием технологии многослойных нечетких когнитивных карт // Программная инженерия, т. 11, № 3, 2020. С. 142-151.