



Интеллектуальные инструменты поддержки принятия решений в управлении производством

Александр Чесалин,
начальник сектора КБ «Кунцево»,
заведующий кафедрой «Компьютерная и информационная безопасность»

О докладчике

Александр Чесалин



: +7(905)5338163, chesalin_an@mail.ru

Образование

- РТУ МИРЭА, магистр «приборостроение»
- к.т.н., «Управление высоконадежной наукоемкой продукции на основе оптимальных статистических критериев»

Научная деятельность:

- 50+ научных работ в области искусственного интеллекта, надежности РЭА и компьютерной безопасности
- 3 Свидетельства регистрации программы на ЭВМ

Проекты:

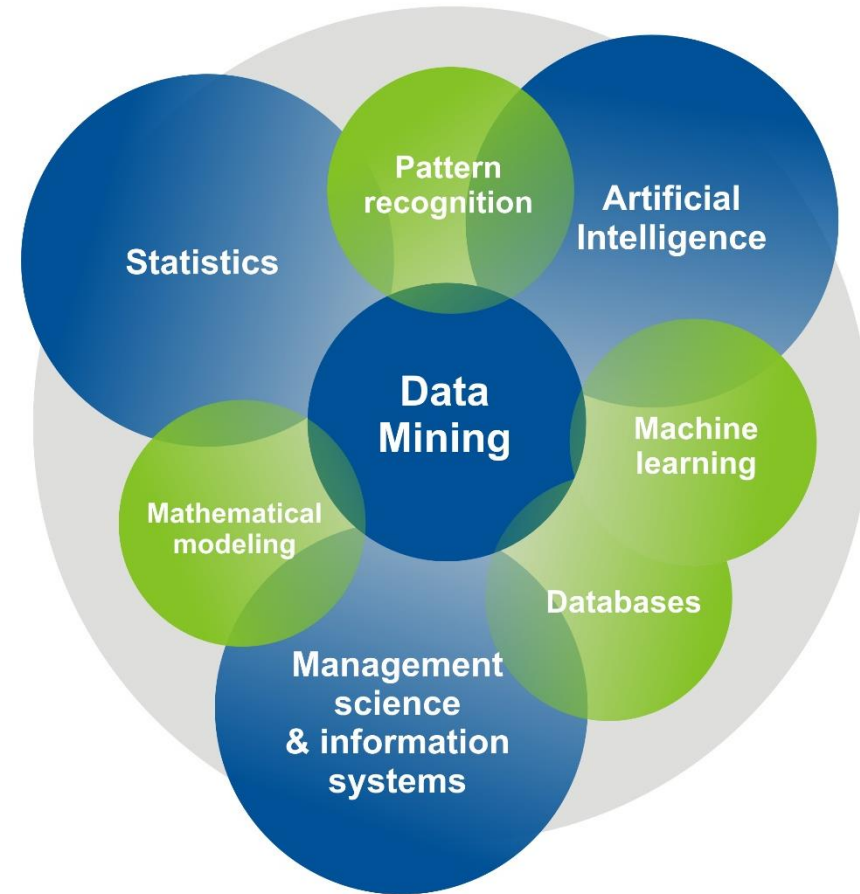
- 5 ОКР в области разработки РЭС и изделий ВВТ
- 3 НИР в области надежности и качества РЭА
- 2 НИР в области компьютерной безопасности

Компетенции и интересы:

- Разработка алгоритмов машинного обучения
- Разработка функционального программного обеспечения
- Full-Stack разработка программного обеспечения
- Разработка интеллектуальных систем управления
- Моделирование бизнес-процессов

Интеллектуальный анализ данных

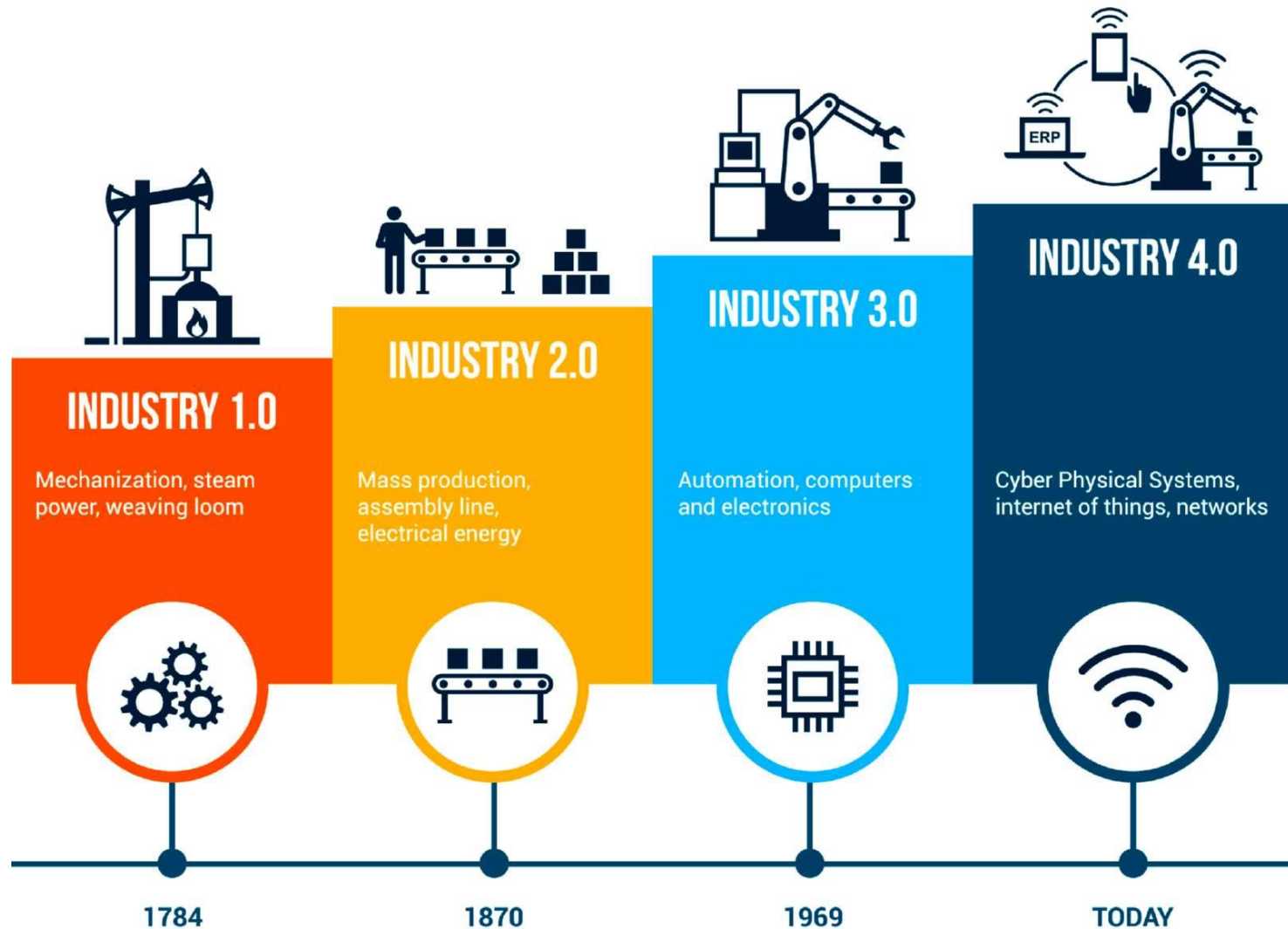
Data mining (добыча данных, интеллектуальный анализ данных, глубинный анализ данных) — собирательное название, используемое для обозначения совокупности методов обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.



Этапы интеллектуального анализа данных



Эволюция методов управления качеством



Контрольный листок (Checksheat)

Диаграмма Парето

Схема Исикавы

Гистограмма

График рассеяния (диаграмма разброса)

Стратификация (расслаивание)

Контрольная карта Шухарта

Эволюция методов управления качеством.

Семь новых инструментов планирования и управления качеством

Диаграмма сродства (Affinity Diagram)

Диаграмма (график) связей (Interrelationship Diagram)

Древовидная диаграмма (дерево решений) (Tree Diagram)

Матричная диаграмма, или таблица качества (Matrix Diagram or Quality Table)

Матрица приоритетов (анализ матричных данных) (Matrix Data Analysis)

Стрелочная диаграмма (сетевой график) (Arrow Diagram)

Поточная диаграмма процесса и блок-схема процесса принятия решения (Process Decision Program Chart, PDPC)

Эволюция методов управления качеством. Семь новейших инструментов управления качеством

Развертывание (структурирование) функции качества (Quality Function Deployment – QFD)

Бенчмаркинг

Анализ видов и последствий отказов (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA)

Анализ деятельности подразделения

Система «Ноль дефектов»

Система «Точно вовремя», «Бережливое производство»

Функционально-стоимостной анализ (Activity Based Costing – ABC)

Эволюция методов управления качеством.

Семь интеллектуальных инструментов управления качеством

Машинное обучение

Нечеткая логика

Анализ больших данных

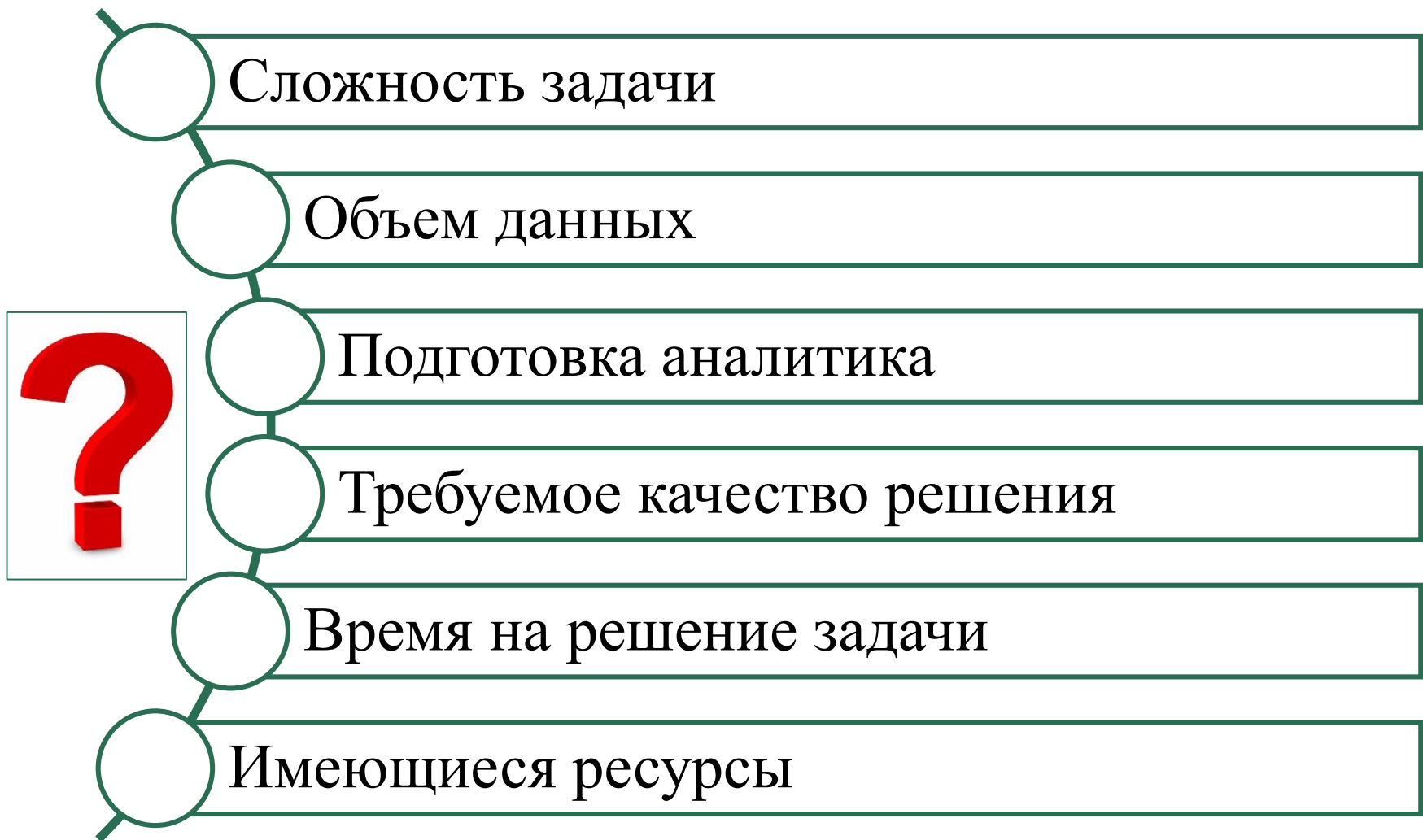
Теория принятия решений и теория игр

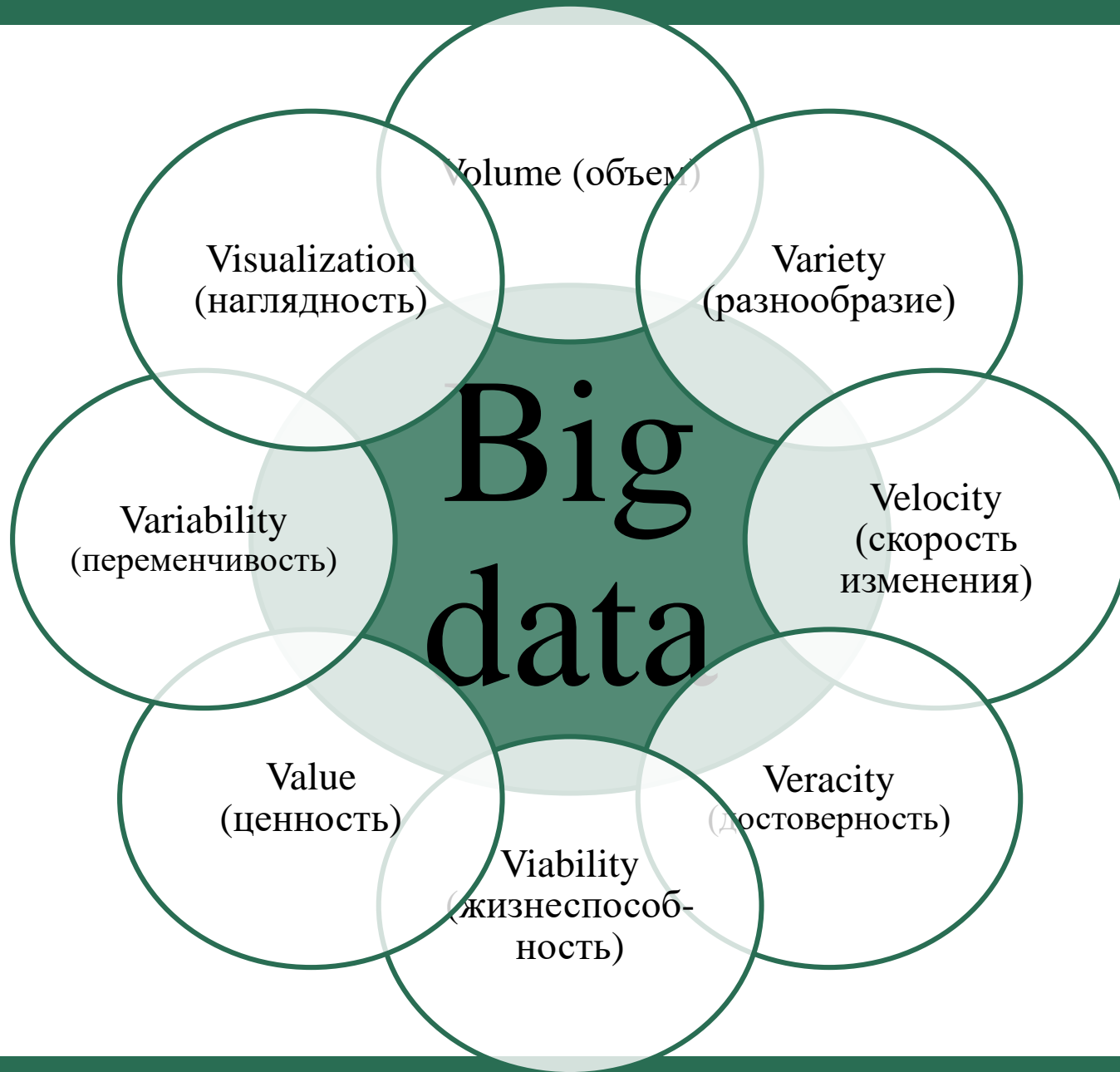
Имитационное моделирование (Цифровое моделирование, многоагентное моделирование)

Экспертные системы и СППР

Python

Применимость ИАД





Применение ИАД на этапах ЖЦ



Регрессия

Кластеризация

Ранжирование

Классификация

Визуализация

Прогнозирование

Понижение
размерности
данных

$$y \in \mathbb{R}$$

- задача восстановления регрессии

$$y \in \{0, 1, 2, 3, \dots, n\}$$

- задача классификации
- ($y \in \{0, 1\}$ - бинарная классификация)

y неизвестен

- задача кластеризации

Задачи ИАД на производстве

Стратегическое/оперативное планирование

Принятие решений в условиях неопределенности

Планирование внутренних аудитов

Анализ требований заинтересованных сторон

Анализ выполнимости/прибыльности договора

Планирование и контроль этапов разработки

Анализ надежности

Оценка и выбор поставщиков

Планирование производства

Контроль технологических процессов

Планирование загрузки оборудования

Испытания продукции

Оценка надежности

Оценка и выбор метода транспортирования и грузоперевозчиков, логистика

Планирование запаса комплектующих

Планирование обслуживания технологического оборудования

Анализ брака и отклонений (аномалий) при выполнении технологических процессов

Бизнес-процессы	Примеры задач управления качеством	Применяемые интеллектуальные методы
Процессы управления		
Процессы управления	Анализ требований заинтересованных сторон	Теория игр
	Стратегическое/оперативное планирование	Машинное обучение (регрессионный анализ) ЭС и СППР
	Принятие решений в условиях неопределенности	ЭС и СППР Нечеткая логика Машинное обучение Теория игр
	Планирование внутренних аудитов	Нечеткая логика ЭС и СППР Теория игр
Процессы жизненного цикла		
Маркетинг	Анализ требований заинтересованных сторон	Теория игр Нечеткая логика
	Анализ выполнимости/прибыльности договора	Нечеткая логика Машинное обучение (регрессионный анализ)
Проектирование и разработка	Планирование и контроль этапов разработки	ЭС и СППР Машинное обучение Имитационное моделирование (цифровой двойник)
	Анализ надежности	Нечеткая логика Имитационное моделирование
Материально-техническое снабжение	Оценка и выбор поставщиков	ЭС и СППР Нечеткая логика

Производство	Планирование производства	ЭС и СППР Машинное обучение
	Контроль технологических процессов	Машинное обучение (нейронные сети, кластерный анализ)
	Планирование загрузки оборудования	Нечеткая логика
Контроль и испытание	Испытания продукции	Имитационное моделирование
	Оценка надежности	Нечеткая логика Машинное обучение (регрессионный анализ) Имитационное моделирование
Дистрибьюция	Оценка и выбор метода транспортирования и грузоперевозчиков	Нечеткая логика ЭС и СППР
Ремонт и обслуживание	Планирование запаса комплектующих	Нечеткая логика Машинное обучение (регрессионный анализ) Имитационное моделирование (цифровой двойник)
Обеспечивающие процессы		
Обеспечивающие процессы	Планирование обслуживания технологического оборудования	Нечеткая логика ЭС и СППР Машинное обучение
	Анализ брака и отклонений (аномалий) при выполнении технологических процессов	Нечеткая логика ЭС и СППР Машинное обучение

Кейс – прогнозирование загруженности оборудования

Многомерные данные

Дата/ время	Объем работ по плану	Трудоемкость работ	Планируемая загрузка оборудования	Фактически выполненный объем работ	Фактическая загрузка оборудования	Срок выполнения	...
10.05.2019	10 кабин УНВ	20 000 чел.час.	80%	10 кабин УНВ	35%	1 год	...
10.05.2018	10 ячеек Ща.59	50 чел.час.	10%	10 ячеек Ща.59	4%	1 месяц	...
...

Кейс – оценка поставщиков

Критерий	показатель	Оценка баллы	Баллы поставщика
1 Наличие и состояние СМК	1.1 Система качества соответствует ГОСТ Р ISO 9001, ГОСТ РВ 0015-002, имеется сертификат на систему качества	5	
	1.2 Ведётся подготовка к сертификации по ГОСТ Р ISO 9001(документ о начале работы по внедрению)	4	
	1.3 СМК не документирована	0	
2 Стратегическое значение поставщика	2.1 Официальный представитель изготовителя	5	
	2.2 Организация-монополист	4	
	2.3 Организация-посредник	2	
	2.4 Продукция поставщика производится на нескольких других предприятиях	0	
3 Репутация поставщика как делового партнера	3.1 Полное соблюдение контрактных обязательств по качеству, условиям поставки, производственным возможностям, экономическому состоянию, цене	5	
	3.2 Имеются незначительные отклонения в факторах приемлемости	4	
	3.3 Репутация поставщика противоречива по разным источникам	1	
	3.4 Поставщик не заслуживает доверия как деловой партнер	0	
4 Цена	4.1 Приемлемая	5	
	4.2 Неприемлемая, но других альтернатив нет	4	
	4.3 Неприемлемая	0	
5 Наличие сертификата на продукцию и лицензии на производство	5.1 Сертификат и лицензия присутствуют	5	
	5.2 Сертификат либо лицензия отсутствует	2	
	5.3 Сертификат и лицензия отсутствуют	0	
6 Наличие военной приемки	6.1 Продукция с военной приемкой	5	
	6.1 Продукция только с приемкой ОТК	1	
7 Место-нахождение поставщика	7.1 Россия (центральный регион)	5	
	7.2 Россия	4	
	7.2 Ближнее зарубежье	1	
	7.3 Дальнее зарубежье	0	
Общая оценка:			

Кейс – оценка выполнимости договора

Критерий	показатель	Оценка баллы
1 Возможности исполнителя по выполнению работ, в соответствии с договором и ТЗ	1.1. Наличие опыта выполнения аналогичных работ 1.2. Наличие производственных мощностей для выполнения работ 1.3. Наличие высококвалифицированного персонала для выполнения работ	
2 Степень проработанности договора	2.1. Договор согласовывается со всеми заинтересованными лицами 2.2. В договоре прописана ответственность за срыв сроков и поставку некачественной продукции 2.3. В договоре прописана возможность контроля выполнения договора в течение всего срока	
3 Характеристика договора	3.1. Важность договора/работ 3.2. Сложность работ по договору 3.3. Сроки выполнения работ	
4 Последствия при невыполнении (не полном выполнении) исполнителем договора	...	
5 Конкурентоспособность исполнителя	...	
...
Оценка выполнимости:		



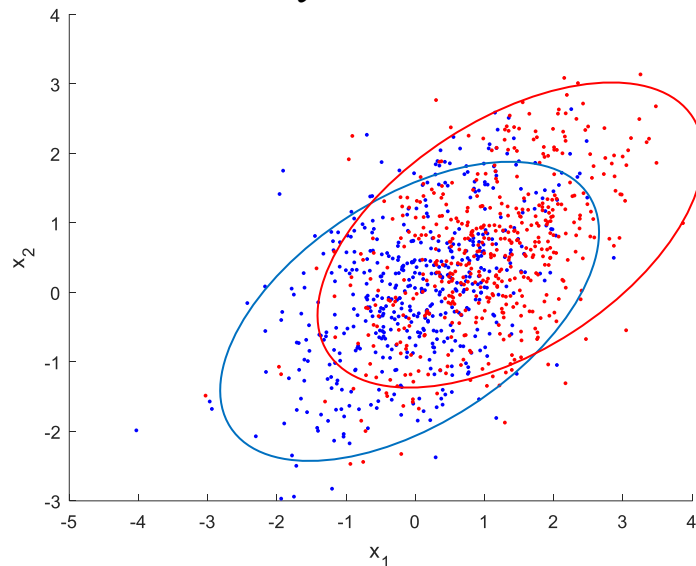
Матрица ошибок (confusion matrix)

Статистический контроль качества		Реальные данные	
		брак (1)	годная продукция(0)
Прогноз алгоритма	Брак (1)	Брак обнаружен	Годная продукция забракована (ошибка первого рода – α)
	годная продукция (0)	Брак принят (пропущен) (ошибка второго рода - β)	Годная продукция принята

		Реальные данные	
		Y=1	Y=0
Прогноз алгоритма	$Y_{\text{predicted}}=1$	True Positive (TP)	False Positive (FP)
	$Y_{\text{predicted}}=0$	False Negative (FN)	True Negative (TN)

Кейс – обнаружение разладки технологического процесса.

При многомерном контроле технологического процесса при известных статистических значениях контролируемых параметров предлагается нормировать данные, и затем с помощью контрольных карт определять разладку процесса как по математическому ожиданию, так и по СКО:

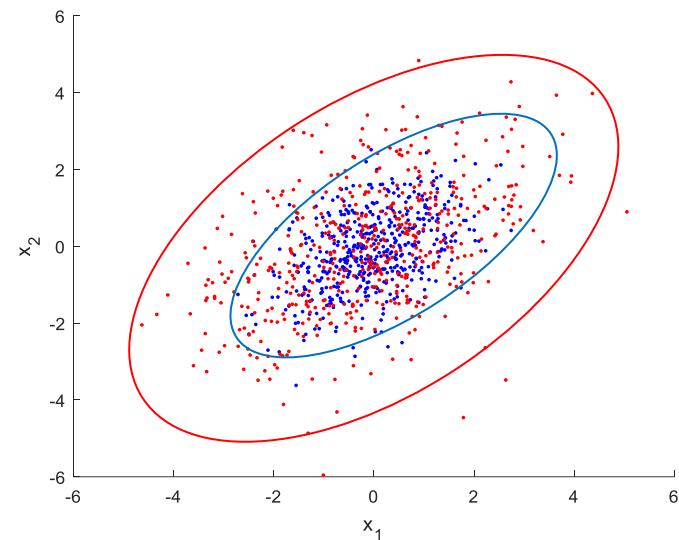


Стабильный процесс (синие точки):

$$\mu_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \sigma_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Нестабильный технологический процесс (красные точки):

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0.5 \end{bmatrix}, \sigma_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$



Стабильный процесс (синие точки):

$$\mu_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \sigma_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Нестабильный технологический процесс (красные точки):

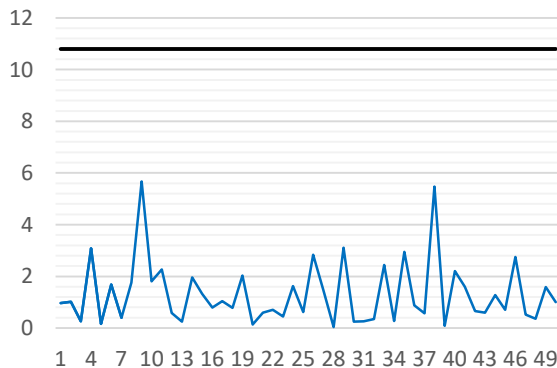
$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \sigma_0 = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$T^2 = n(\bar{X}_t - \mu_0)^T S^{-1} (\bar{X}_t - \mu_0),$$

где n – объем мгновенной выборки, \bar{X}_t – вектор средних значений мгновенной выборки, μ_0 – вектор целевых средних, S – ковариационная матрица, T^2 – статистика контрольной карты

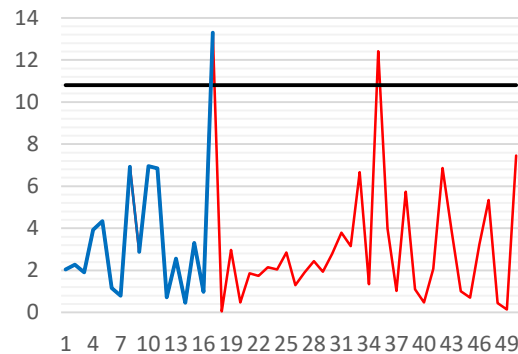
$$\mu_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \sigma_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix},$$

T2



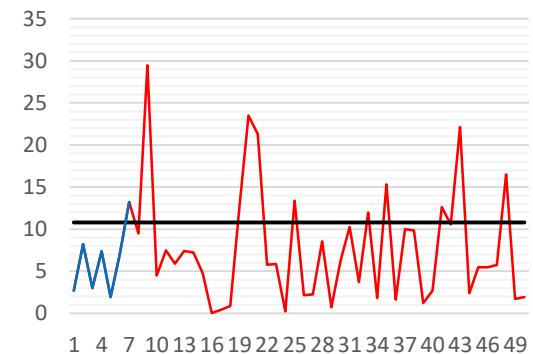
$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0.5 \end{bmatrix}, \sigma_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

T2



$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \sigma_0 = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}$$

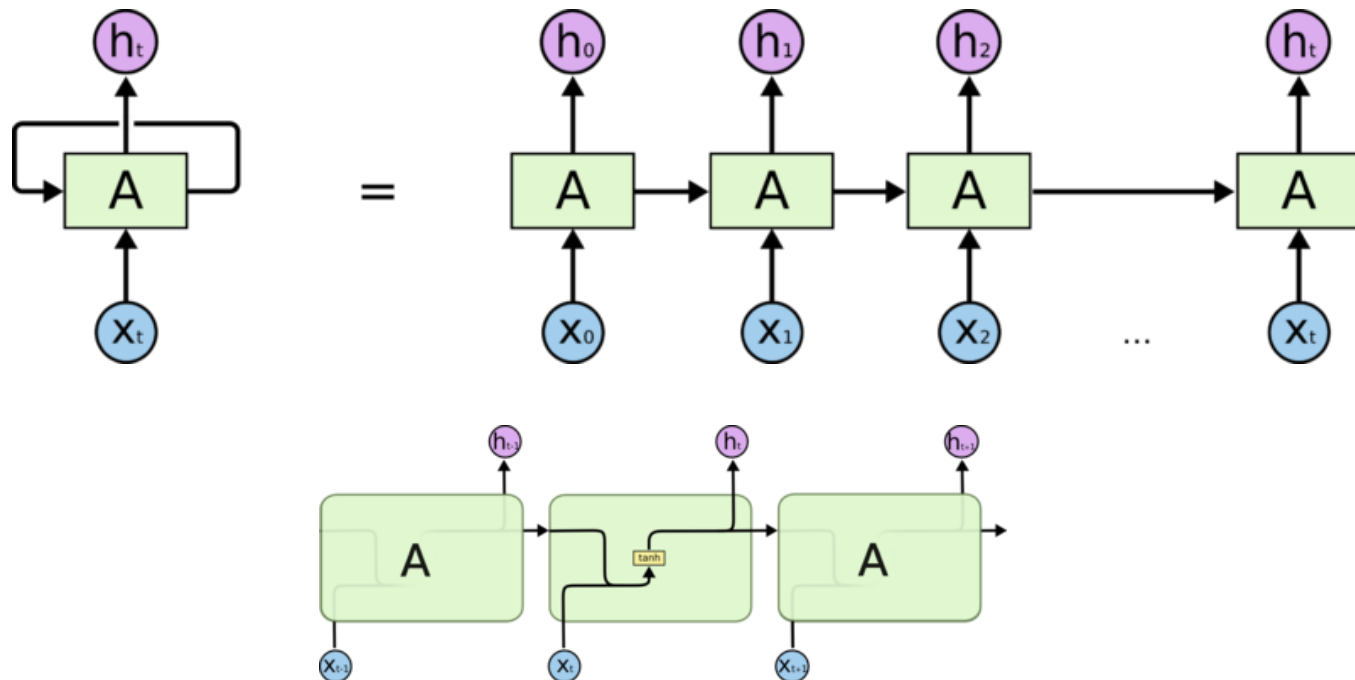
T2



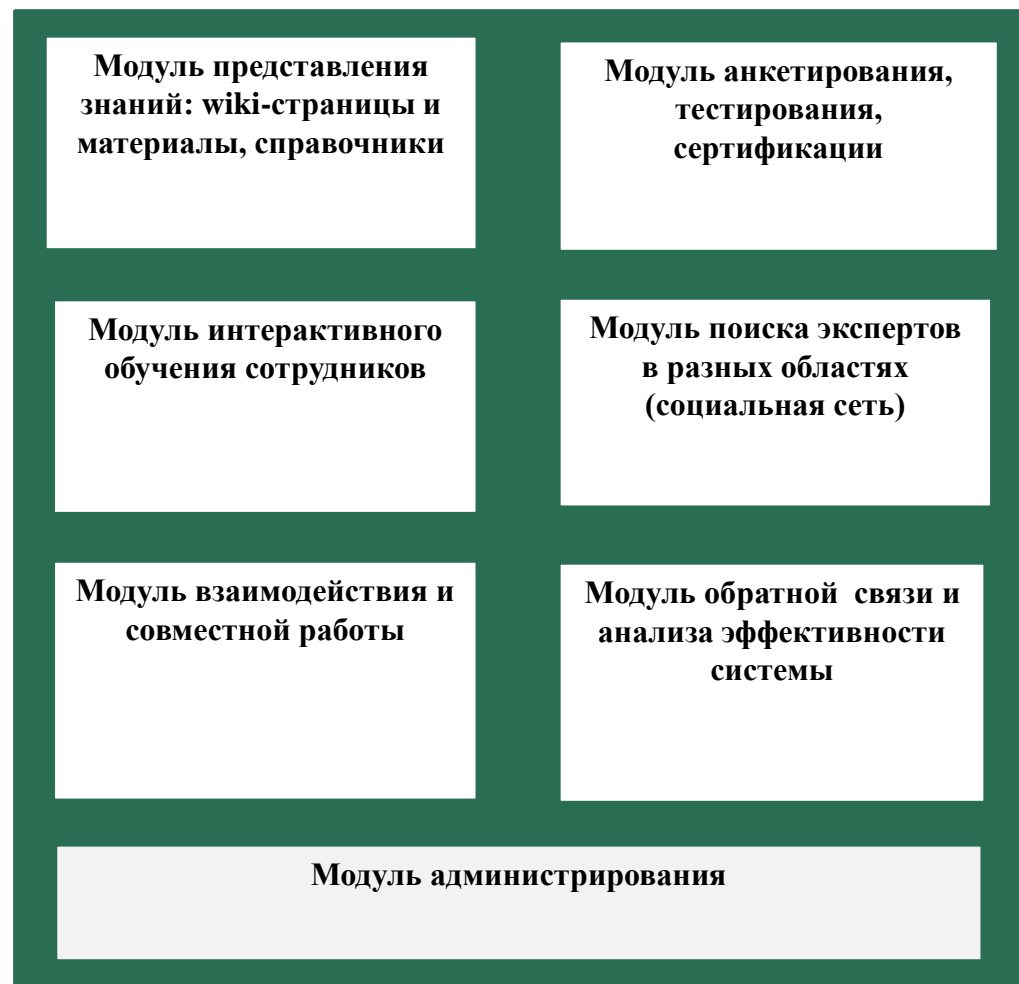
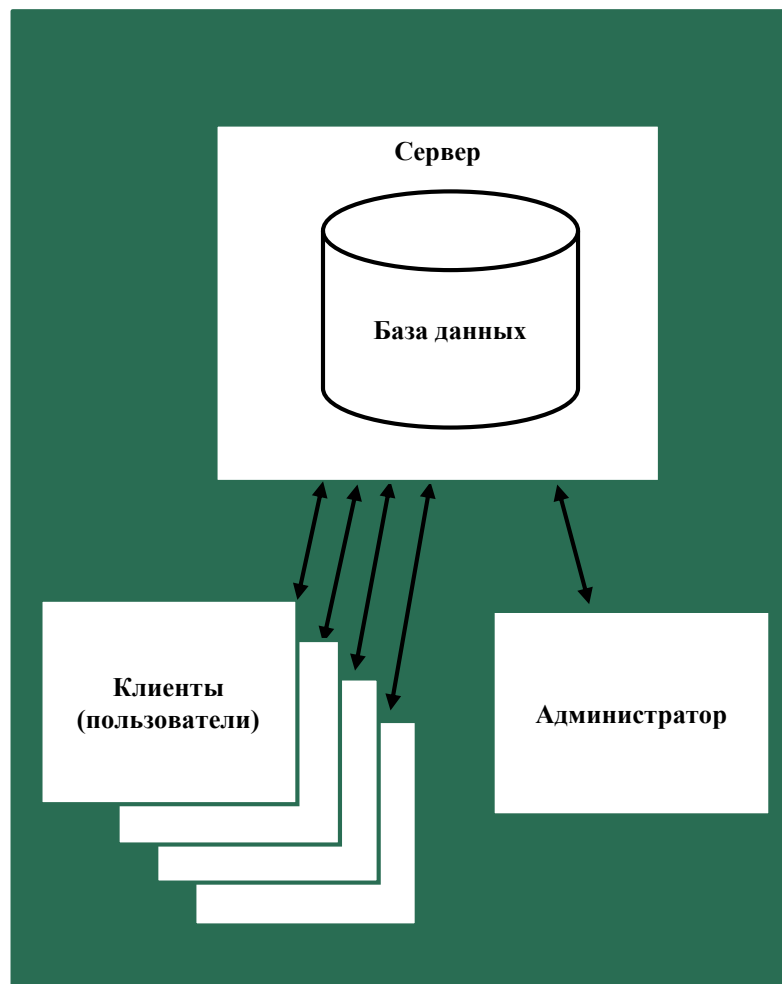
Кейс – обнаружение разладки технологического процесса

Рекуррентная нейронная сеть (recurrent neural network, RNN) представляют собой нейронные сети прямого распространения сигналов с циклами обратной связи или обратным распространением по времени. В нейронных сетях RNN нейроны срабатывают только в течение ограниченного количества времени, прежде чем они будут (временно) деактивированы.

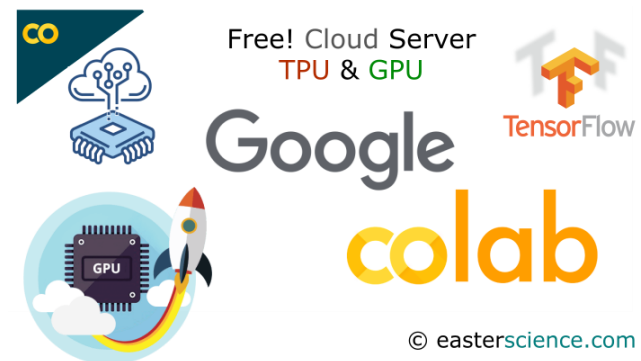
Применение: Используются, когда важно соблюдать последовательность, когда важен порядок поступающих объектов.



Система управления знаниями в области интеллектуального анализа данных



СОФТ для ИАД





Спасибо за внимание!