



# Цифровизация и обеспечение аналитической деятельности в атомной энергетике

«О современном понимании задач  
цифровизации в атомной энергетике»

Куприянов В.М.

# Концепция “Зеленого мира” - реальный оппонент ЯЭ на глобальном уровне

- Защитники ядерной энергии утверждают, что каким-то образом когда-то в будущем стоимость строительства реакторов значительно снизится и задержки в строительстве уйдут в прошлое. Идеи сыплются из ядерных лоббистов как из рога изобилия, особенно когда этот рог заправляется государственными субсидиями.
- Строительство новых атомных реакторов – это попытка решить проблему 21-го века с помощью технологии 20-го века. Более того, строительство реакторов в обмен на сокращение выбросов CO<sub>2</sub> создает токсичное наследие в виде ядерных отходов по всему миру. Сторонники ядерной энергии хотят убедить нас в том, что человечество достаточно разумно для того, чтобы хранить ядерные отходы на протяжении четверти миллиона лет, но при этом недостаточно разумно для того, чтобы придумать, как хранить выработанную с помощью солнца электроэнергию на протяжении ночи.
- Давайте не будем преумножать допущенную в 20-м веке глупость, в 21-м веке возвращая в оборот ядерные технологии. Очевидно, что новые атомные реакторы усугубят проблему изменения климата из-за своей огромной стоимости и замедленных сроков реализации. Альтернативные решения у нас под рукой – гораздо более дешевые и быстрые в применении.
  - Автор — Арни Гундерсен (Arnie Gundersen), главный инженер, Fairewinds Associates

# **Атомная энергетика поставлена перед необходимостью доказывать общественности право на наличие перспективы.**

"К вопросу о том, почему миру необходима атомная энергетика. Когда не очень знающий человек читает научные или полунанучные статьи, ему легко запутаться: в одних говорится, что атомная энергетика умирает и никому не нужна, в других — что она необходимый элемент общей энергетической ситуации в мире и будет обязательно развиваться".

*Андрей Гагаринский,  
доктор физико-математических наук,  
советник директора НИЦ «Курчатовский институт»,  
заместитель директора Института инновационной энергетики.*

**Реальное взаимное понимание оппонентов возможно только тогда, когда явно определены обсуждаемые понятия,**

# Способы формирования консенсуса между различными экспертными группами

- Экспертная группа - совокупность единомышленников
- Формирование "Мнения большинства"
  - (Российские НТСы)
- Отбор Предложений "Фокус-группы"
  - (Рецензирование научных публикаций)
- Принцип "Veto"
  - Совет безопасности ООН (Вопросы запрета ядерного оружия)
- Технологический ФОРСАЙТ
  - Итерационный Метод "Делфи"
  - "Анализ экспертных анкет в больших совокупностях опросов"
  - Модельный анализ рисков последствий решения"

# Проблема Кассандры, экспертиза и цифровизация

Комплекс или феномен Кассандры - это метафора для обозначения ситуации, где достоверное предсказание или предчувствие упускают из виду. В результате человек, как и мифическая Кассандра, не может убедить других в своей правоте и предотвратить негативное развитие событий.  
(Википедия)

- На чем основано доверие к решению, выработанному экспертом и формально обработанное программными средствами ("доверие к нейросети")
- Технология верификации через формальную полноту и непротиворечивость данных, использованных доводов
  - Компьютерный анализ получения решения требует наличия в компьютере данных, на которых основываются аргументы.
  - Базы Нормативных документов (сейчас это в большинстве случаев графический объект - файл PDF)



# Важность формализованного определения понятий при использовании "цифровизации"

- На сегодняшний день даже эксперты - обладатели разных компетенций не имеют однозначно определенных понятий
- Ядерное образование это -

**Ядерное образование:**  
управление и инновации в области ядерных знаний – основа будущего ренессанса ядерной энергетики.

## Образование плутония

Важное значение имеет не вызывающий деления захват нейтронов ядрами изотопа урана  $^{238}_{92}\text{U}$ . После захвата образуется радиоактивный изотоп  $^{239}_{92}\text{U}$  с периодом полураспада 23 мин.

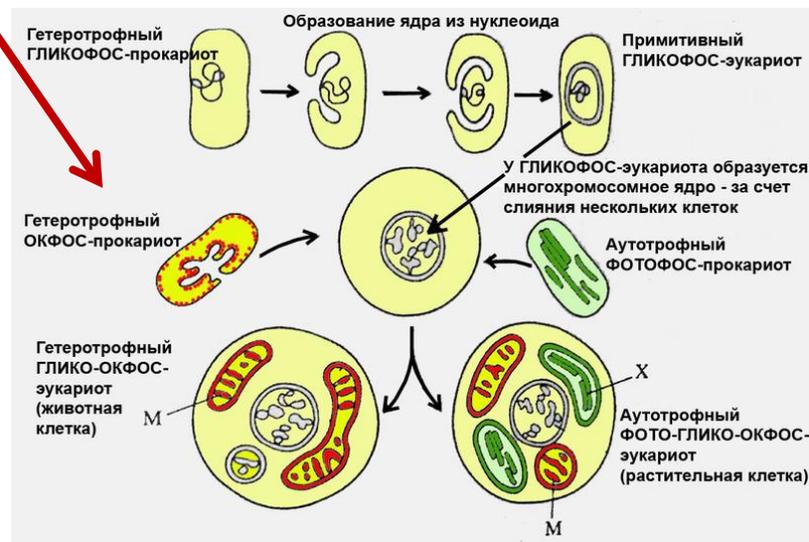
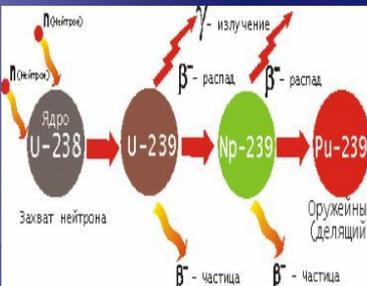
Распад происходит с испусканием электрона и возникновением первого трансуранового элемента – нептуния:

$$^{239}_{92}\text{U} \rightarrow ^{239}_{93}\text{Np} + ^0_{-1}\text{e}$$

Нептуний  $^{239}_{93}\text{Np}$  радиоактивен с периодом полураспада около 2 дней. В процессе распада нептуния образуется следующий трансурановый элемент – плутоний:

$$^{239}_{93}\text{Np} \rightarrow ^{239}_{94}\text{Pu} + ^0_{-1}\text{e}$$

Период полураспада плутония около 24 000 лет.



**Как это будет различать компьютер в "цифре"?**

# Ключевые технологий для цифровой атомной энергетики (из концепции цифровизации в РА)

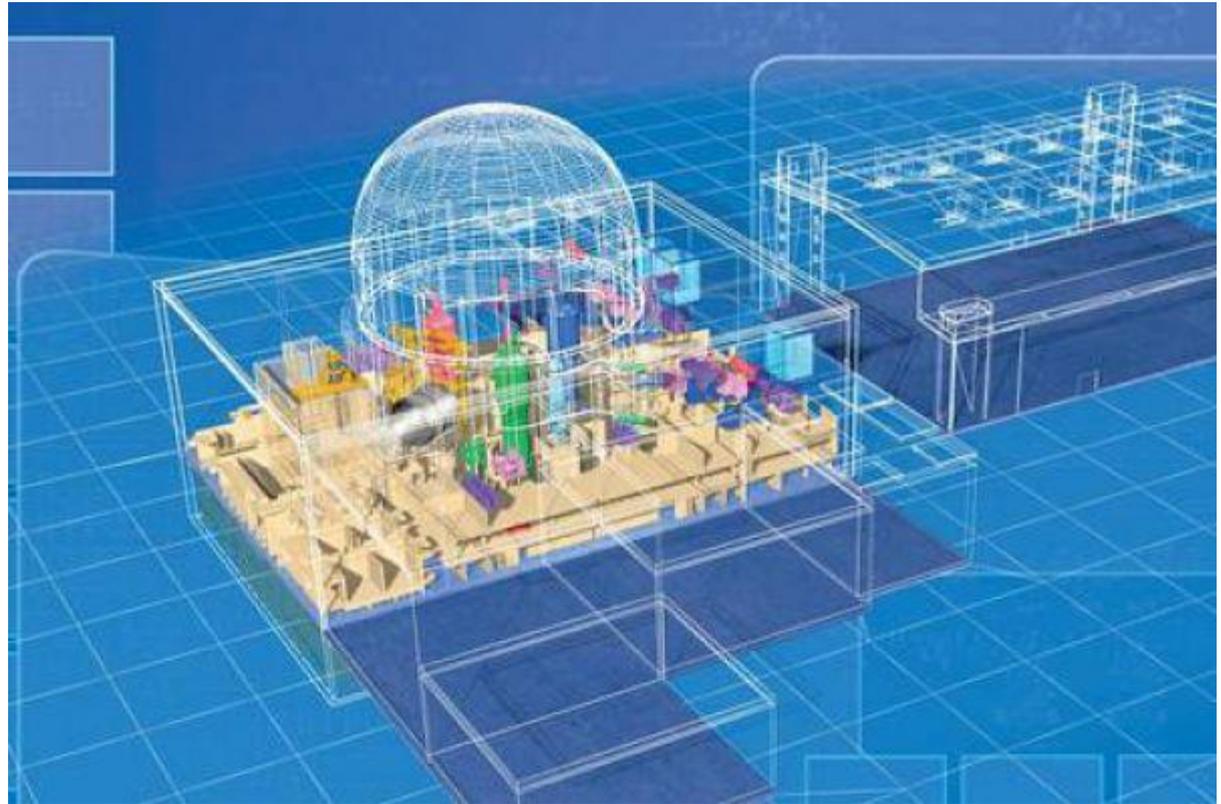
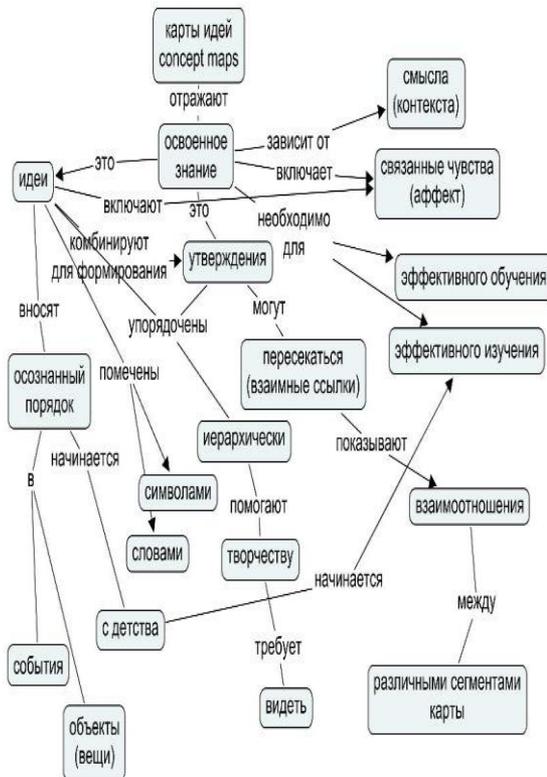
- **M2M-коммуникации, которые развивают идею датчиков на производстве энергии;**
- обработка больших данных, которая помогает в планировании, строительстве и предсказании трендов;
- мобильность сотрудников — от специалистов по найму персонала до инженеров технического обслуживания;
- дополненная реальность, в том числе для обучения персонала, организации мероприятий и проектирования;
- **«умная» документация и журнализация;**
- 3D-печать;

**Единые описания, -  
Онтологии понятий и  
сущностей**

ВРЕМЯ ДЛЯ КАССЫ!



# Итоговая цель "цифровизации АЭС"



Управление жизненным циклом АЭС, при котором каждое здание и каждый элемент оборудования имеет **цифровую копию**, позволяющую анализировать его состояние в реальном времени, предсказывать проблемы, предотвращать их с помощью предиктивной аналитики

# Профиль компетенций Инженера (Специалиста) по цифровизации для АЭС

Создание автоматизированной системы для рубрикации и метаописаний

требует от специалиста, инженера по знаниям обладания уникальными компетенциями:

- ***Знание устройства АЭС***
- ***Знания основ лингвистики***
- ***Знание принципов семантического анализа***
- ***Знание структур существующих русскоязычных тематических рубрикаторов (ИНИС, ГРНТИ и т.п.)***
- ***Знание Англоязычной и Русскоязычной ядерной терминологии***
- ***Владение базовыми концепциями современных онтологических описаний***
- ***Владение основами компьютерных технологий***

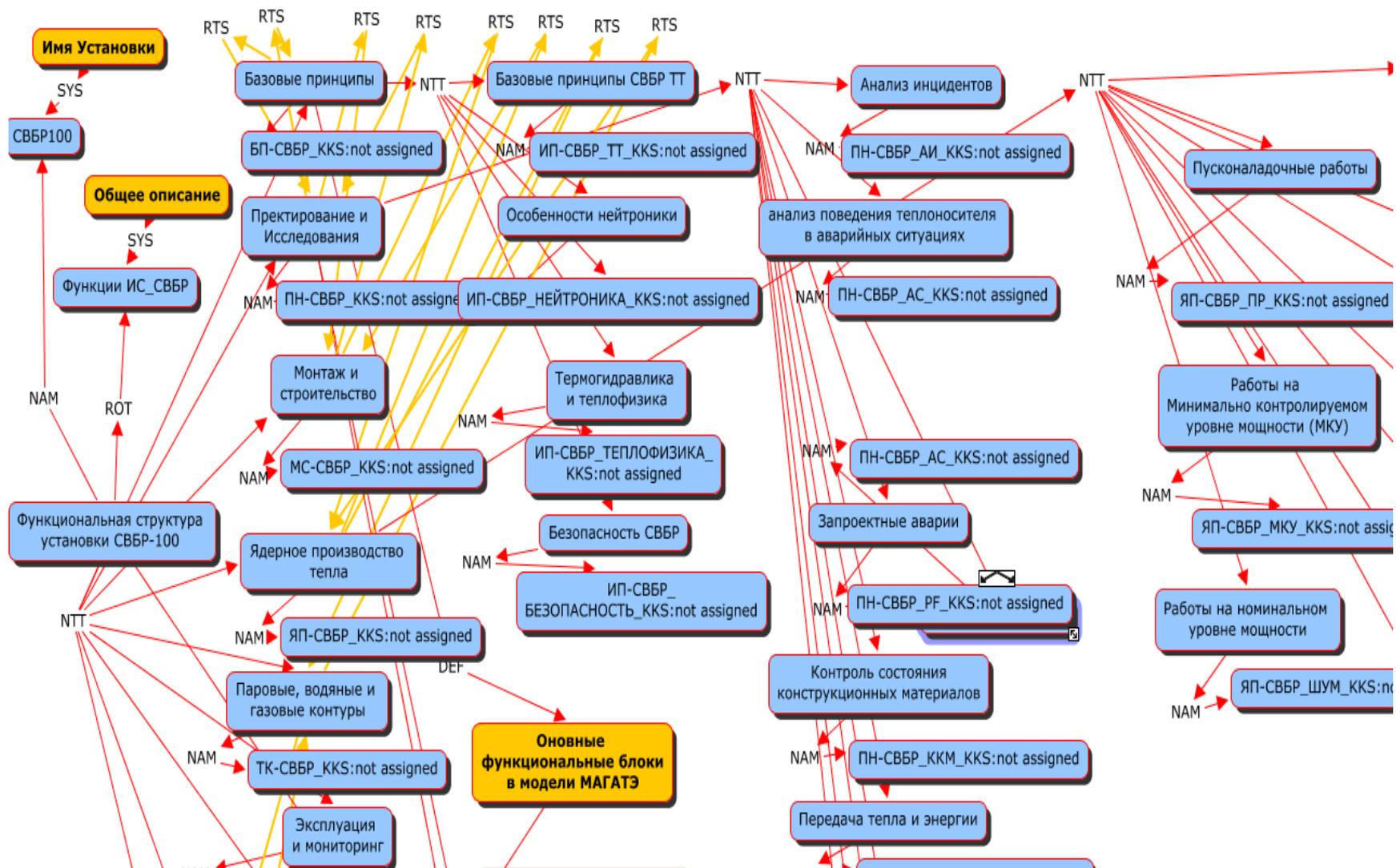
# Информационный объект может быть рубрицирован различными признаками

Например, документ в предметной области «информационная поддержка жизненного цикла ЯЭУ» может быть рубрицирован либо в пространстве «нормальный режим», «аномальный режим», «перегрузка»..., либо – «спецификация», «описание процедуры», «информационное письмо» и т.д.



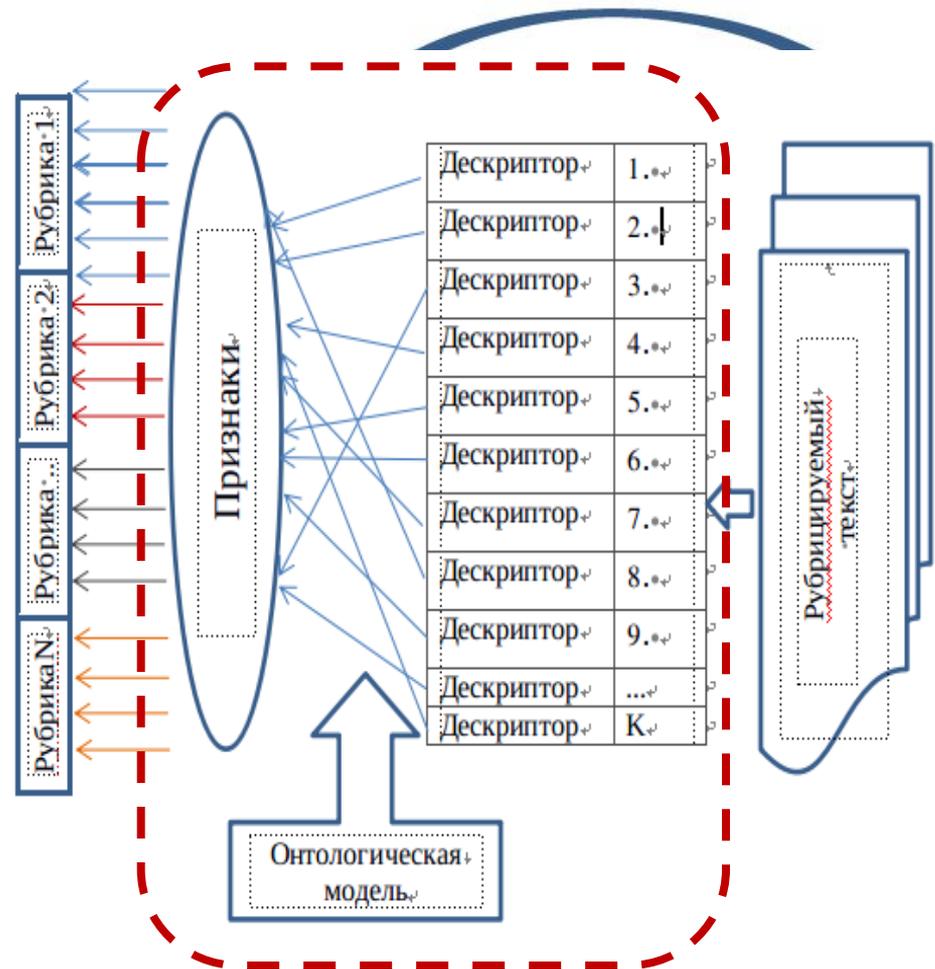
**Автоматизированная система хранения знаний должна уметь реализовывать соответствующие процедуры, с учетом огромного общего объема документации, сопровождающей жизненный цикл АЭС.**

# Фрагмент онтологического описания СВБР-100



# Онтологическая модель

Для установления надежных связей между ключевыми словами и понятиями рубрикатора используется простая онтологическая модель, реализующая рекомендации стандарта ИСО 15926:2 и тематической схемы рубрикатора ИНИС МАГАТЭ, с дополнением из технического описания установки.



## Виды деятельности, которые должны быть реализованы для обеспечения "цифровизации АЭС"

- Перевод документов с бумажных носителей в цифровую форму с использованием специально созданных обменных форматов (это не может быть MS Word или Acrobat .pdf. (более 600 тыс. документов на блок)
- Разработока (создание) правил представления "человеческих" способов отображения данных в машиночитаемые структуры, например, "плотность равна 7,8  $\text{г/см}^3$  "
- Разработка и согласование форматов представления нормативных документов (Стандарты, РД, справочники и т.п.), пригодных для m2m реализации (хранеиня в машинном виде)
- Унификация русскоязычных понятий и их согласование между различными участниками процесса цифровизации
- Построение системы рубрикации и каталогизации эксплуатационных и нормативных документов

Как компьютер поймет, что "3" - это показатель степени?

## Выводы

### (Женщины - в цифровизацию! АЭС)

- Цифровизация АЭС - новая сфера деятельности специалистов в области атомной энергетики.
- Цифровизация - необходимый шаг для убеждения общественности в целесообразности развития АЭ
- Создание цифровой среды не может быть сделано силами IT - специалистов - необходимо понимание сущностной структуры документов и приведения их к m2m виду
- В настоящее время для реализации цифровизации нет необходимых специалистов в области содержательного представления данных.
- Характер деятельности по цифровизации требует специальных навыков, редко встречающихся у мужчин, имеющих "ядерное образование" - пунктуальности, усидчивости, внимательности, терпения и т.п.