

# Системный анализ

Лекция 1

# О курсе

- Теги:
  - Системное мышление
  - Моделирование систем
  - Системная динамика
- Часы:
  - Лекции — 18
  - Практика — 18
- Контроль знаний:
  - Лабораторные работы
  - Онлайн-тестирование
- Отчетность:
  - Экзамен



**Атрохов Кирилл Георгиевич**

Ст. преподаватель

Лекции + практика (4 курс 9 группа)

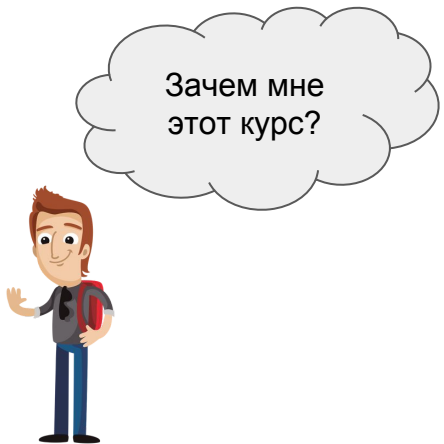


**Лаврова Ольга Анатольевна**

Доцент, кандидат физ.-мат. наук

Практика (4 курс 2 группа)

# Мотивация и целеполагание



Зачем мне  
этот курс?

Зачем мне  
этот курс?



Зачем мне  
этот курс?



Зачем мне  
этот курс?



Зачем мне  
этот курс?



Зачем этот  
курс?

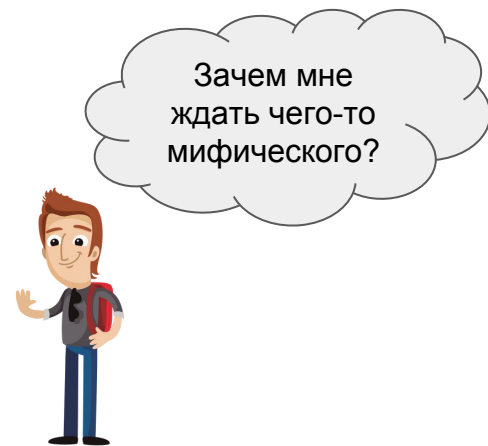
Зачем этот  
курс?

Зачем этот  
курс?

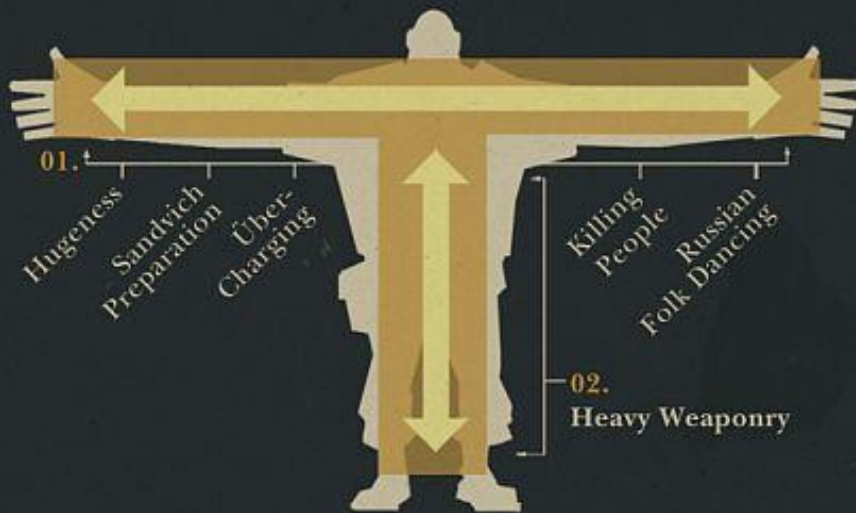
Зачем этот  
курс?

Зачем этот  
курс?





## T-SHAPED MODEL: EMPLOYEE



01. Broad-range generalist 02. Deep expertise in one area



Зачем мне  
“философия”?

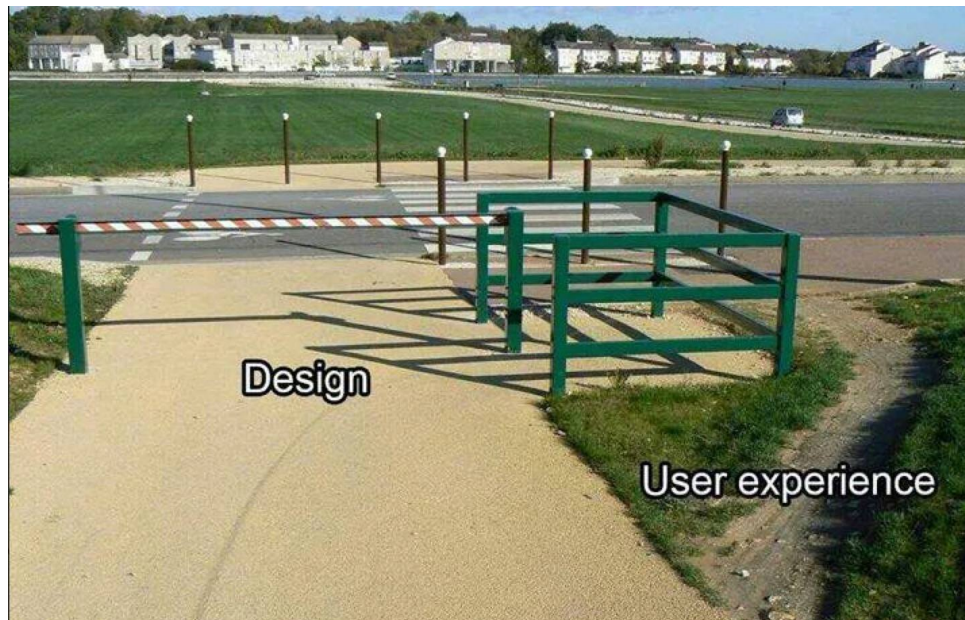


# Так чем полезно системное мышление?

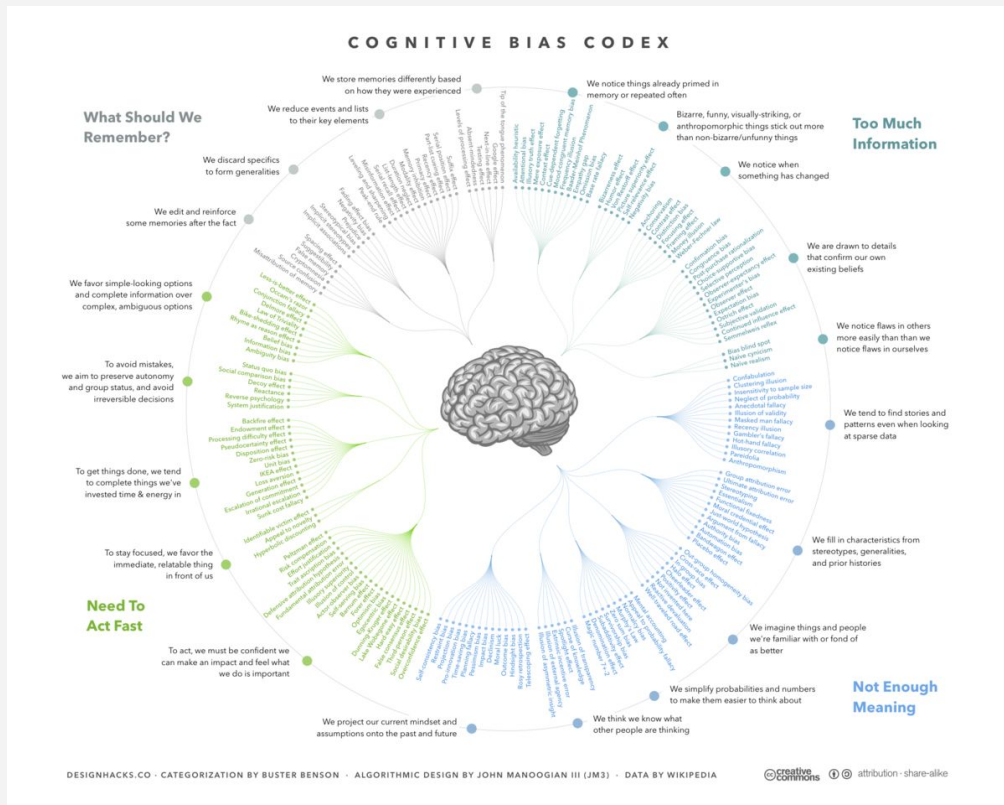
- Лучше понимаешь окружающие процессы (если постоянно практикуешься)
- Думаешь о том, как устроены системы и функционируют процессы
- Подмечаешь хорошие практики и решения в одних областях и переносишь их в другие
- Задаешь вопрос “Зачем?”
- Видишь других стейкхолдеров и стараешься учесть их интересы
- Предугадываешь возможное поведение системы
- Читаешь специализированную литературу и развиваешься как T-shape персона

# Есть ли недостатки?

- Реже рискуешь, так как можешь представить, чем все закончится
- Найти решение гораздо проще чем внедрить его
- Мыслительные способности и IQ не так важны как EQ
- Системы с людьми очень сложны, все предусмотреть нельзя



# Пример: когнитивные искажения



[Список когнитивных искажений на Википедии.](#)

Несколько примеров:

- Иллюзия контроля
- Групповое мышление
- Предвзятость подтверждения
- Фундаментальная ошибка атрибуции
- Эффект Даннинга-Крюгера

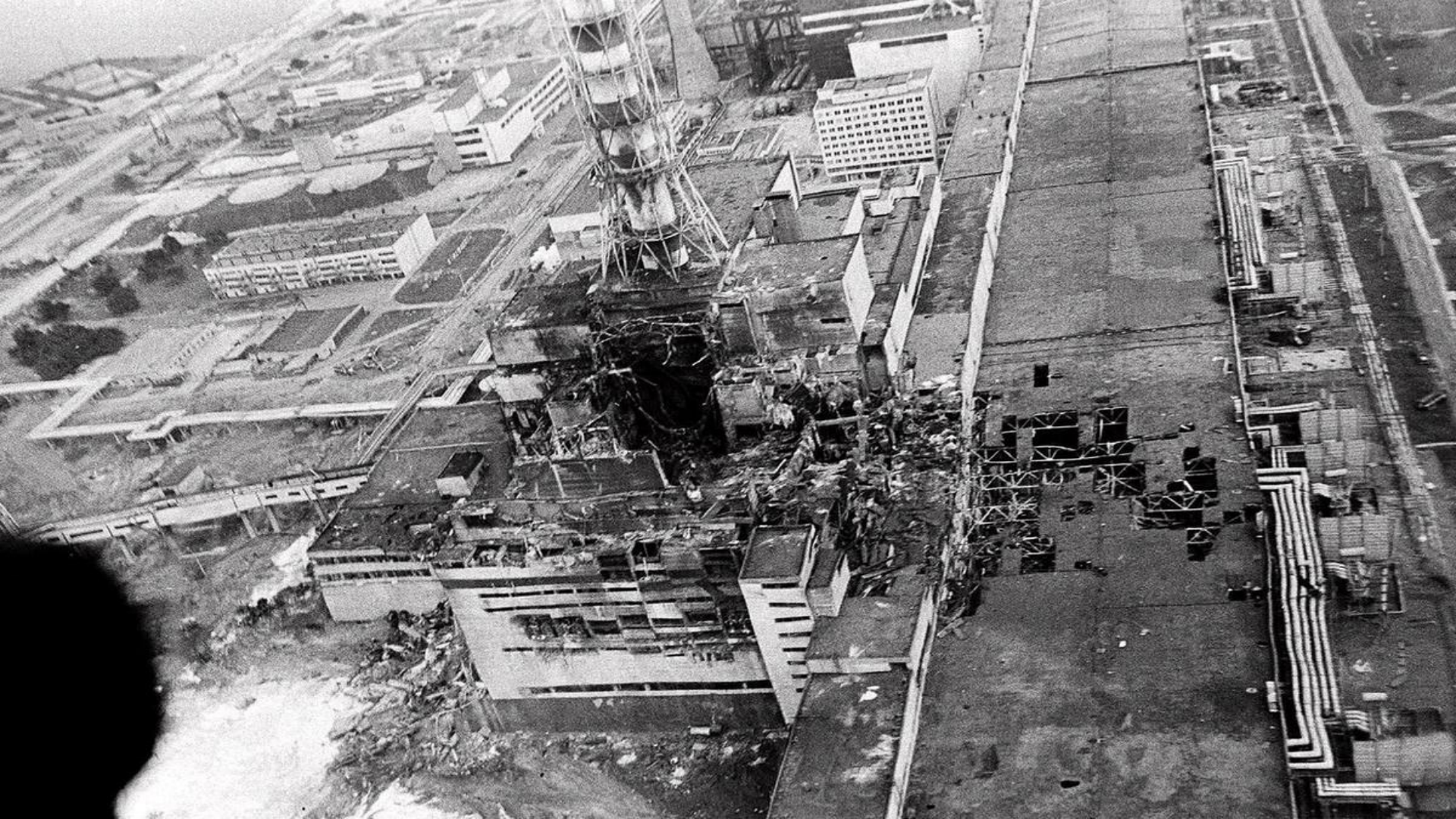
# Пример: эффект Даннинга-Крюгера



Люди с низким уровнем квалификации:

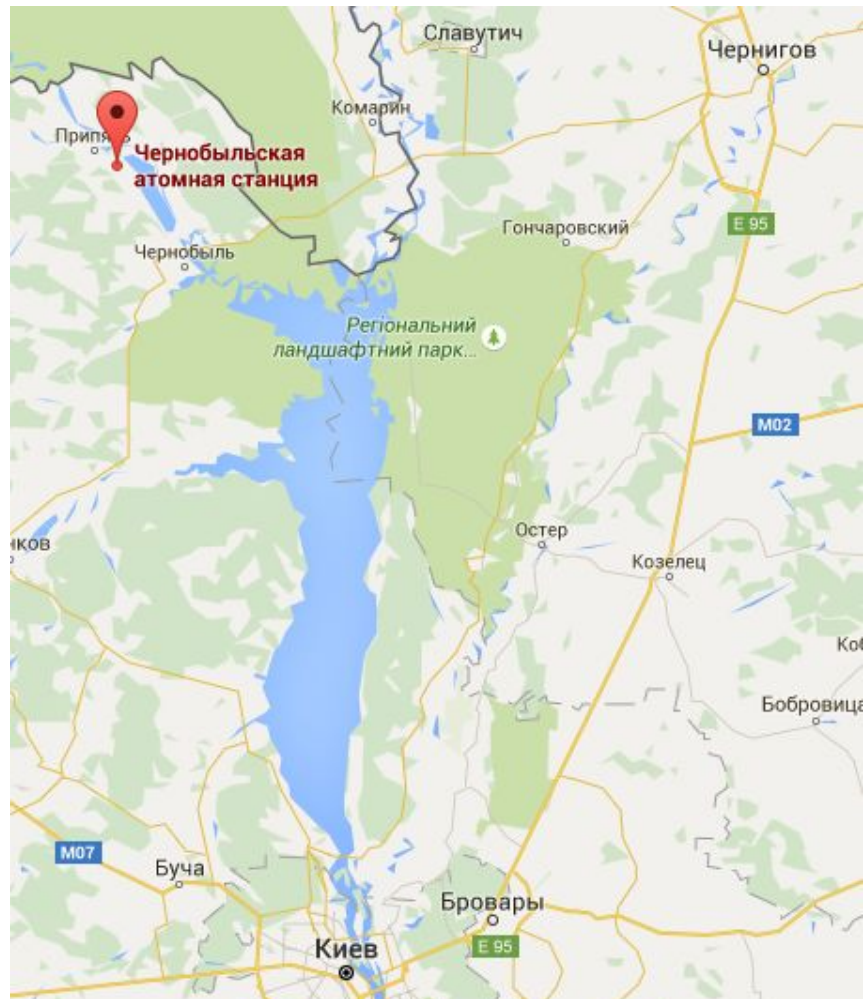
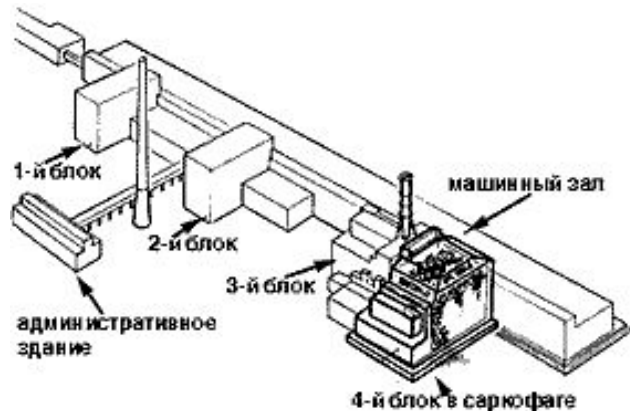
- Склонны переоценивать собственные умения
- Не способны адекватно оценивать действительно высокий уровень умений у других
- Не способны осознавать всю глубину своей некомпетентности

# Кейс: Авария на ЧАЭС

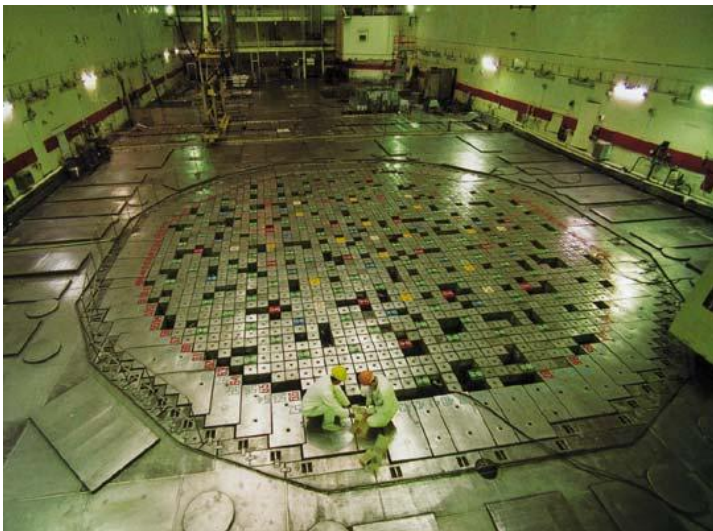


# Чернобыльская АЭС

- Город Припять
- 112 км на север от Киева
- 4 энергоблока:  
в каждом реактор и две турбины
- Все реакторы однотипные РБМК-1000
- Электр. мощность 1000 МВт,  
тепловая мощность 3200 МВт



# Ядерный реактор

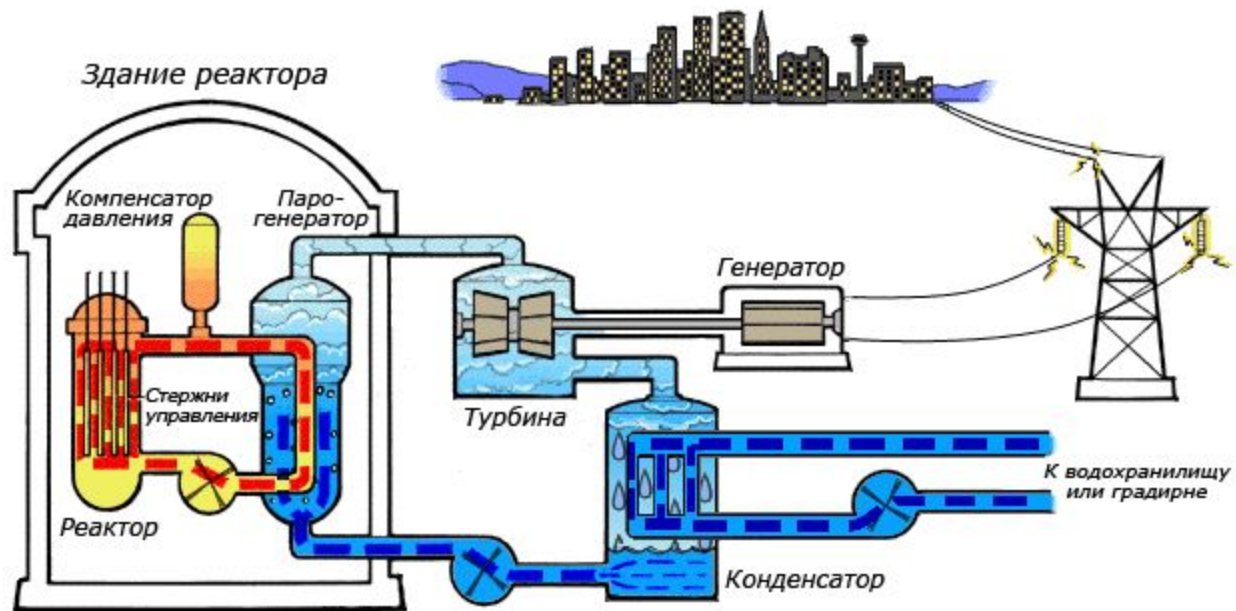


*Реакторный зал 3-го энергоблока ЧАЭС*

- **Замкнутый цикл работы:**
  - В реактор поступает вода, а выходит пар, который разгоняет турбины, которые приводят в действие электрогенераторы
  - Охлажденная вода снова поступает в реактор и цикл повторяется
- **Цепная реакция:**
  - В ядерном топливе (Уран-235) происходит постоянное выделение свободных нейтронов, которые поглощаются другими ядрами, что вызывает их распад, снова появляются свободные нейтроны и процесс повторяется
  - При этом выделяется тепловая энергия, которая нагревает воду
- **Контроль цепной реакции:**
  - В реакторе кроме стержней с топливом находятся стержни с поглощающим нейтроны веществом
  - Персонал контролирует процесс цепной реакции путем ввода/вывода поглощающих стержней



# Схема работы АЭС



См. анимированную версию по адресу:

<http://vlasti.net/news/news032011/121126/data/4b59701e1804e44ba0f16ad7e6560720.gif>

# Хронология событий

## 25 апреля

- Плановая остановка 4-го энергоблока
- Появилась возможность провести эксперимент по проверке системы безопасности реактора
  - Смогут ли отключенные турбины вращаясь по инерции дать ток для работы аварийной системы реакторов?
- Отключена система аварийной остановки реактора (ошибка персонала)
- Начато снижение мощности реактора

## 26 апреля

- ~0:30 -- мощность ректора снизилась очень сильно (1% вместо 25%)
  - Режим управление стержнями не соответствует этому уровню (ошибка персонала)
  - Реактор не глушат, а наоборот выводят все стержни из активной зоны (ошибка персонала)
- ~1:00 -- мощность увеличена до 200 мегаватт (вместо расчетных 700)
- ~1:03 -- эксперимент все же был начат

# Хронология событий

## 26 апреля

- ~1:15 -- включены все насосы
  - Из-за большого потока холодной воды парообразование в реакторе сильно снижено
  - Автоматика выводит стержни из активной зоны
  - Отключена система остановки реактора из-за недостаточного давления пара (ошибка персонала)
- ~1:20 -- кипение прекратилось
  - Из активной зоны выводятся и стержни ручного управления
  - С этого момента реактор неуправляем

## 26 апреля

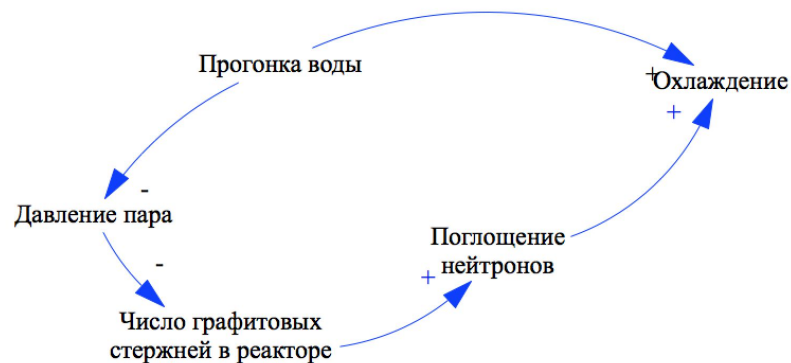
- ~1:22 -- уровень воды выровнялся, кипение началось
  - Персонал посчитал, что система стабилизировалась и продолжает эксперимент (!)
  - Выключена система остановки реактора в случае отказа турбин (фатальная ошибка персонала)
- ~1:23 -- парообразование усилилось
  - Стержни экстренно направлены в реактор, но из-за возросшего давления не смогли туда попасть
  - 100-кратное увеличение мощности в течение 3 секунд
  - Взрыв, а затем и второй взрыв

# Пример линейного мышления



- Стремясь усилить охлаждение реактора персонал усилил прогонку воду включив все насосы (что кстати, было запрещено по инструкции)
- На диаграмме это отображено линейно “+” связью -- чем больше воды, тем больше охлаждения

# Включение всех насосов



В результате же был достигнут обратный эффект:

- Большой объем воды уменьшил давление пара
- Это привело к тому, что автоматика вывела большую часть стержней из активной зоны реактора
- Уменьшилось поглощение нейтронов
- И как следствие -- через некоторое время цепная реакция стала нарастать

# Причины аварии

- Отклонение от техники безопасности, игнорирование инструкций
  - Практиковалось и ранее
  - Было вызвано излишней уверенностью в своих силах, чувством неуязвимости
- Невозможность адекватного контроля процесса
  - Анализ промежуточных состояний системы, а не процессов
  - Отсутствие наглядной обратной связи -- внутрь реактора заглянуть нельзя
  - Недооценка скорости экспоненциального протекания процесса
- Неучет отдаленных и побочных последствий
- Принятие решений под давлением времени

# Признаки комплексных ситуаций

<b>Комплексность</b>	Наличие большого числа переменных
<b>Сетевидность</b>	Одновременный учет многих переменных, невозможность делать что-то одно
<b>Динамичность</b>	Ситуация развивается, есть временной пресс
<b>Непрозрачность</b>	Недоступность важных переменных
<b>Неопределенность</b>	Много сценариев развития, невозможно учесть все факторы на практике
<b>Слабая структурированность</b>	Не все данные формализованы
<b>Конфликтность</b>	Наличие противоречий, ограничений, скрытых конфликтов
<b>Наличие риска</b>	Необходимо вкладывать ресурсы, то есть затрагивать чьи-то интересы, поэтому нужно ожидать сопротивления внешних/внутренних сил
<b>Эволюционность</b>	Любая системная проблема является продолжением проблемы прошлого и сама создает новые проблемы

# Ключевые понятия и идеи

- Цель системы
- Стейкхолдеры
- Ресурсы
- Долгосрочные и краткосрочные цели
- Когнитивные искажения
- Признаки комплексных ситуаций



# ИСТОЧНИКИ

- Дернер Д. *Логика неудачи* — Смысл, 1997.
- Веремеев Ю. *Что произошло на Чернобыльской атомной электростанции 26 апреля 1986 года* —  
URL: <http://army.armor.kiev.ua/hist/chernob.shtml>