

Когнитивные образы как средство образного представления состояния энергоблоков атомных электростанций

А.А. Башлыков
(ООО «Трансэнергострой»)

Аннотация

Рассматриваются вопросы реализации средств образного представления состояния для сложных технологических объектов управления методами когнитивной графики. В качестве примера сложного объекта рассматриваются энергоблоки атомных электростанций (АЭС). Обосновывается приоритет образного представления аномальных состояний объекта управления при решении задач анализа и диагностики состояния и принятия адекватных управляющих решений. Описываются реализованные когнитивные образы в рамках систем поддержки принятия решений (СППР), интеллектуального пользовательского интерфейса оператора энергоблока АЭС.

Ключевые слова: человек-оператор, интуиция, образное мышление, образное представление состояния, системы поддержки принятия решений, атомный энергоблок, компьютерная когнитивная графика, когнитивный образ, интеллектуальный операторский интерфейс.

Введение

Мыслительный процесс человека-оператора в процессе управления АЭС как сложным технологическим объектом является процедурой, направленной на своевременное решение задач оценки состояния, диагностировании причин возникновения нештатных (проблемных) состояний и поиске управляющих действий, адекватных возникшим нештатным состояниям [1,2].

Мышление человека-оператора определяется умением увидеть проблему там, где она существует и потребностью найти решение, способное устранить ее [2].

Наглядно-образное мышление — один из видов мышления человека-оператора. Оно связано с образным представлением ситуации и отслеживанием изменений в ней. С помощью наглядно-образного мышления наиболее полно воссоздается все многообразие различных фактических характеристик объекта контроля и управления.

Средства образного представления информации для принятия решений, основанные на методах когнитивной графики [3,4,5], ориентированы на использование механизмов наглядно-образного мышления. Они в последнее время находят все большее применение в информационных системах интеллектуальной поддержки принятия решений для оперативного человеко-машинного управления сложными и экологически опасными объектами и технологиями.

Когнитивная графика в данной статье рассматривается как совокупность приемов и методов образного представления текущего состояния объекта управления, которое позволяет человеку-оператору сразу увидеть как условия возникновения и развития проблемной ситуации, так и степень влияния возникшей проблемной ситуации на безопасность функционирования объекта управления. Увиденное позволяет классифицировать степень аномальности ситуации, произвести ее диагностирование и, благодаря управляющим знаниям, принять адекватное управляющее решение.

Однако до настоящего времени не существует обобщенного взгляда на принципы построения средств образного представления состояния энергоблока АЭС методами когнитивной графики. Настоящая статья является попыткой восполнить данный пробел.

1. Понятие образного мышление и интуиция оператора

Образное мышление (воображение), как и мышление вообще, принадлежит к числу высших познавательных способностей лица, принимающего решения, в которых отчетливо обнаруживается специфический человеческий характер деятельности [6,7] . Есть основания утверждать, что образное мышление работает на том этапе познания, когда неопределенность ситуации весьма велика. Чем более привычной, точной и определенной является ситуация, тем меньше простора дает она воображению.

Совершенно очевидно, что для той области явлений, где основные законы выяснены, нет необходимости использовать воображение. С другой стороны, когда проблемная ситуация отличается значительной неопределенностью, исходные данные с трудом поддаются точному анализу в действие приходят механизмы образного мышления.

Ценность образного мышления состоит в том, что оно позволяет принять решение и найти выход в проблемной ситуации даже при отсутствии нужной полноты знаний. Оно позволяет "перепрыгнуть" через какие-то этапы мышления и получить конечный результат. Но в этом же, и слабость такого решения проблемы. Намеченные пути решения нередко недостаточно точны, нестроги. Однако *необходимость существовать и действовать в среде с неполной информацией привела к возникновению у человека аппарата образного мышления*. Поскольку при человеко-машинном управлении всегда возможно возникновение любых аномальных (нештатных) ситуаций, то компьютерные средства информационной поддержки воображения всегда будут полезны.

Главной отличительной особенностью образного мышления является представление образа ситуации, т.е. целостное восприятие явления. Наблюдаемая при этом совокупность фактов не обязательно в полной мере соответствует "классическому" образу в памяти человека. Другими словами истинный образ аномальной ситуации, в частности на любой текущий момент времени, может быть как целостным (присутствуют все формирующие его признаки), так и неполным или размытым вследствие разной степени выраженности признаков и/или отсутствия части из них.

Известно, что образное мышление тесно связано с интуицией. Интуиция играет значительную роль в формировании первичных гипотез оператора о возникающих аномальных ситуациях. Формирование образов на основе впечатлений, интуитивное "схватывание" и последующее обращение к аналитико-синтетическому подходу - это взаимодополняющие механизмы принятия решений, последовательность которых носит относительно случайный характер. Интуиция в оперативной деятельности, которая характеризуется выраженной эвристикой, может:

- непосредственно приводить к решению задачи;
- служить ориентиром в направлении диагностического поиска, реализуемого затем на основе логических процедур;
- являться пусковым механизмом для решения задачи на основе образных представлений или последовательного включения образного мышления и аргументационных соображений.

Направленность действий высококвалифицированного оператора определяется, во многом, наличием у него образного представления аномального состояния. Оперативные знания, включающие отношения между объектами, могут быть представлены "мысленными образами" явлений внешнего мира, сформировавшимися в прошлом на основе фактов (но не являющимися их простым отражением).

2. Формирование образных и интуитивных представлений оператора

Неожиданно возникшее у оператора решение задачи, вполне укладывается в представление К.Г.Юнга [8, 9] о том, что *"спонтанность мыслительного акта связана каузально не с его сознанием, а с его бессознательным"*.

Обращаясь к проблеме интуитивного восприятия состояния объекта контроля и управления оператором, можно предположить, что обнаружение определенного признака может вызывать эффект озарения, или проникновения в суть возникшей ситуации, и перед мысленным взором может возникать некий образ.

Другими словами в операторском управлении сложным объектом имеет место «инсайт-феномен» как частный случай гештальта, обозначающего целостные или несводимые к сумме своих частей структуры сознания [10]. Не исключен и другой (параллельный) механизм: в голове оператора, столкнувшегося с конкретным фактом (явлением), мгновенно восстанавливается ряд связанных с ним понятий (признаков). Это может происходить как следствие того, что они как бы "подвешены на крюке", в качестве которого выступает признак-образ, зафиксированный как признак-слово. Разновидностью второго варианта или вторым этапом инсайта можно считать точку зрения, что механизмы интуиции состоят в симультанном (от франц. *simultane* - одновременный) объединении (анalogией может служить механизм конъюнкции) ряда информативных признаков разных модальностей в комплексные ориентиры, направляющие поиск решения.

Эффект озарения (интуитивное озарение) может служить объяснением для формирования образа аномалии "по наитию", без подкрепления дополнительными фактами, как это принято в традиционной диагностической процедуре, включающей механизм рассуждения и аргументации. Следовательно, образ может быть:

- мысленный – в виде обобщенного представления группы взаимосвязанных симптомов (семантический или, скорее, псевдосемантический образ, как частный случай - псевдовербальный), когда отдельные признаки воспринимаются как совокупность, как симптомокомплекс - метафорический обобщенный образ;
- визуальный или псевдовизуальный - основанный на воспоминании об аналогичной ситуации - обычно яркий, со специфическими особенностями, возникает перед внутренним взором оператора - "всплывание" истинно зрительного, как правило персонифицированного образа, известного из личного опыта или литературы. Данные экспериментов [11] служат подтверждением гипотезы Р.Шепарда [12] о том, что мысленные образы (и воспроизведенные, и мысленно генерируемые) функционально эквивалентны "реальным" перцептивным образам.

Концептуально-пропозициональная гипотеза предполагает, что в памяти хранятся интерпретации событий - вербальные или визуальные, оформленные в виде понятий (концептов) и высказываний (пропозиций), но не собственно образные компоненты [11]. Такой подход вносит элемент формализации при взгляде на проблему с позиций прикладной семиотики, что следует иметь в виду при поиске способов отображения образных представлений в системах поддержки оператора, основанных на знаниях.

Операторское мышление образами, как первый этап оценки ситуации, позволяет составить относительно полное представление об объекте контроля и управления путем мысленного сравнения с образом «нормативное состояние», который есть энграмма [2], но всегда вне прямой связи с последовательным сканированием признаков в процессе анализа ситуаций. Это соответствует представлению о том, что переменные состояния обрабатываются последовательно, тогда, как картинки формируются параллельно, "сразу целиком" [13]. Другими словами типичный для определенного аномального состояния объекта контроля и управления комплекс переменных состояния может восприниматься в виде единого целого, тогда как роль субъективных и объективных признаков подвергается последовательному анализу в процессе рассуждения и аргументации.

Возвращаясь к понятию интуиции, можно определить ее как синтетическое восприятие явления в его целостности, без детализации, т.е. без предварительного выявления (анализа) отдельных составляющих и их последующего синтеза, что сближает ее с образным представлением мира. Фактически, интуиция - это построение гипотез на основе единичных фактов, без их обязательного последующего подкрепления другими фактами, но при высокой степени уверенности в их присутствии.

Интуицию можно рассматривать или как подсознательный процесс выделения ассоциированных симптомов - как абдукцию (вывод частного из частного) или как процесс "прямого" формирования цельного образа в форме индуктивного вывода или инсайта [14].

Образное мышление основано не только и не столько на анализе отдельных симптомов (за редкими исключениями), сколько на неявном учете их связей, ассоциаций с другими признаками, в том числе не поддающимися непосредственному наблюдению.

3. Задачи компьютерной когнитивной графики в системах интеллектуальной поддержки принятия решений

Д.А. Поспелов в предисловии к работе [3] и в работе [4] сформулировал три основных задачи когнитивной компьютерной графики (ККГ) в системах поддержки принятия решений, базирующихся на средствах образного представления.

Первой задачей является создание таких моделей представления знаний, в которых была бы возможность однообразными средствами представлять как объекты, характерные для логического мышления, так и образы-картины, с которыми оперирует образное мышление.

Вторая задача - визуализация тех человеческих знаний, для которых пока невозможно подобрать текстовые описания.

Третья - поиск путей перехода от наблюдаемых образов-картин к формулировке некоторой гипотезы о тех механизмах и процессах, которые скрыты за динамикой наблюдаемых картин.

Эти три задачи ККГ с позиций информационных технологий поддержки принятия решений следует дополнить *четвертой задачей*. Она должна обеспечивать создание условий для развития у операторов профессионально-ориентированных интуиции и творческих способностей путем построения пользовательского графического интерфейса, основанного на методах когнитивной графики.

При разработке интеллектуальных СППР обычно исходят из первых двух задач когнитивной графики: когда знания о техническом объекте, полученные в ходе исследований и проектирования пользовательского интерфейса представляются в привычной символьно-цифровой форме. Множество таких данных, предъявленных оператору, делают их недоступными для анализа.

Четкое осознание третьей и четвертой задач когнитивной графики позволяет формулировать дополнительные требования как к собственно графическим изображениям, так и к соответствующему программно-методическому обеспечению.

Среди них можно выделить:

- адекватность изучаемым объектам или процессам, используемым инженерным методам и методикам обучения;
- естественность и доступность для восприятия пользователями;
- удобство для анализа качественных закономерностей распределения параметров;
- эстетическую привлекательность, быстроту формирования изображения.

Пользователи должны иметь также возможность выбирать тип изображения. Дело в том, что одну и ту же информацию можно отобразить в графической форме различным образом.

Результаты специальных исследований этих типов графического отображения информации свидетельствуют, что каждый человек в силу своего индивидуального, личностного восприятия по-своему оценивает эффективность того или иного типа изображения, причем оценки разных людей могут существенно отличаться. Поэтому компьютерные СППР должны иметь набор различных способов графического отображения информации. Это позволит каждому человеку-оператору выбрать наиболее подходящий для него тип изображения, либо использовать различные графические картины для анализа состояния объекта контроля и управления [2,5,15].

Кроме этого существует необходимость предоставления проектировщикам пользовательского интерфейса и информационного обеспечения возможность управлять изображением - варьировать его размерами, цветовой гаммой, положением точки зрения наблюдателя, количеством и положением источников освещения, степенью контрастности изображаемых величин и т.п. Все эти возможности графического интерфейса не только позволяют проектировщикам выбирать подходящие формы графических изображений, но и вносят игровые и исследовательские компоненты в работу, естественным образом побуждая специалистов по управлению к глубокому и всестороннему анализу свойств изучаемых объектов и процессов.

4. Когнитивные образы в системах интеллектуальной поддержки принятия решений для АЭС

Под когнитивным образом в данной статье понимается субъективная репрезентация состояния объекта контроля и управления в виде связанного набора графических динамических компонент представления состояния (образы-картины) и правил, описывающих их технологическое взаимовлияние в различных ситуациях, которые в совокупности позволяют человеку-оператору образно оценить текущую ситуацию и выработать адекватные ей управляющие действия.

4.1. Когнитивный образ состояния реактора ВВЭР-1000 атомного энергоблока в системе «КоГра-РВ»

В качестве когнитивного образа состояния процессов, происходящих в атомном реакторе энергоблоков № 5 Нововоронежской АЭС и № 2 Калининской АЭС с реакторами ВВЭР-1000 в системе «КоГра-РВ» [2,16] выбрана модель, представляющая собой отображение на экране компьютера вращающегося глобуса (глобус Башлыкова), представленного на рис. 3.

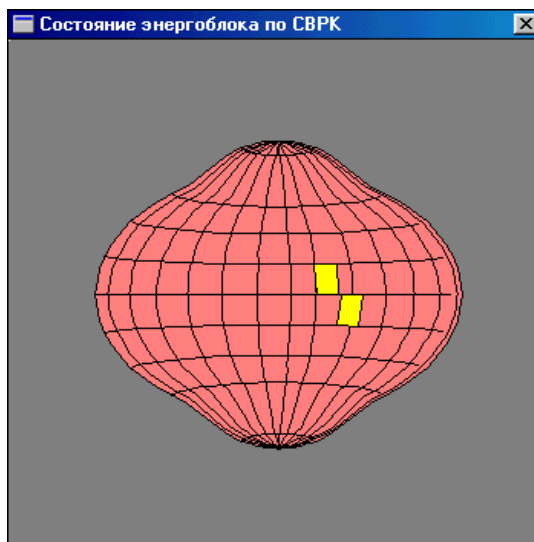


Рис. 3. Состояние зоны реактора в виде глобуса

Переменными состояниями глобуса являются параллели, меридианы, оси по полюсам и экватору и скорость вращения глобуса относительно оси по полюсам, пятна на глобусе. Переменные состояния глобуса определяются на основе измеренных или расчетных данных, хранящихся в базе данных или путем обработки *когнитивной модели знаний* образа атомного реактора *машиной логического вывода*.

Переменные состояния глобуса генерируются ежесекундно. В зависимости от процессов, происходящих в реакторе, глобус может менять: скорость вращения; форму за счет вытягивания по полюсам или экватору; положение параллелей; положение меридианов; цвет; покрытие своей поверхности белыми пятнами (показатель деградация системы измерений)

Для построения информационного базиса реактора выделено семь наиболее важных единиц контроля: офсет; период реактора; контроль неравномерностей нейтронного поля; контроль мощности; термоконтроль; контроль системы измерения (СВРК); контроль активной зоны (АЗ).

Состояние указанных единиц контроля хорошо “накладывается” на фигуру глобуса с изменяющимися атрибутами (параллели, меридианы, форма шара, цвет, скорость вращения вокруг оси).

В когнитивной базе знаний описаны разные типы правил, в том числе и правила, позволяющие менять значения переменных состояний.

Правило 1: Знак и значение офсета управляет изменением положения параллелей по алгоритму (рис. 4), основанному на анализе значения офсета:

- > 0 - параллели группируются выше линии экватора;
- = 0 - параллели равномерно распределены по глобусу;
- < 0 - параллели группируются ниже линии экватора.

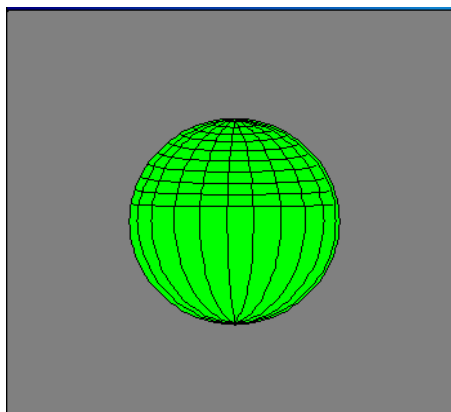


Рис. 4. Образ представления при изменении офсета

Правило 2: Период реактора - время, в течение которого мощность изменяется в $e^{-2,718}$ раз. Значение переменной “период реактора” управляет скоростью вращения глобуса вокруг собственной оси. При этом: $W \sim 1/T$, где: W - угловая скорость вращения глобуса; T - период реактора.

Правило 3: Управляет представлением неравномерностей нейтронного поля реактора, а именно: неравномерность по слоям; неравномерность по кассетам; объемная неравномерность.

Выход неравномерностей за уставки (технологические границы контроля) описан в виде изменения положения меридианов (рис.5). При этом близость меридианов друг к другу пропорциональна количеству нарушений уставок.

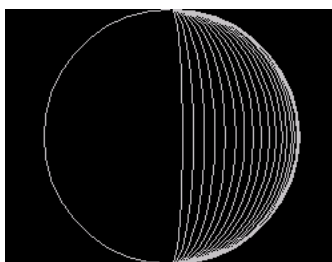


Рис. 5. Образ представления неравномерностей нейтронного поля реактора

Правило 4: Управляет представлением данных по нарушениям режимов поддержания мощности реактора (рис. 6). К параметрам, используемым при расчетах переменных, характеризующих мощность, относятся, в частности, давления и расходы. Нарушения уставок по этим параметрам представлены в виде сжатия глобуса по полюсам и превращение его в горизонтальный эллипс. При этом коэффициент сжатия пропорционален количеству нарушений уставок.



Рис. 6. Образ представления данных по нарушениям режимов поддержания мощности реактора

Правило 5: Управляет представлением данных по нарушениям термоконтроля. К термоконтролю относится совокупность нарушений, связанных с температурным режимом и теплообменом, а именно: запасы до кризиса теплообмена в наиболее напряженных кассетах (по мощности и температуре); температуры на выходе из кассет; подогревы кассет; температуры по петлям; скорость разогрева.

Выходы за уставки указанных параметров могут быть представлены в виде растяжения глобуса по полюсам и превращение его в вертикальный или горизонтальный эллипс. При этом коэффициент растяжения пропорционален количеству нарушений. В случае одновременного появления нарушений, связанных с мощностью и термоконтролем шар преобразуется в два ортогональных тора (рис.7).

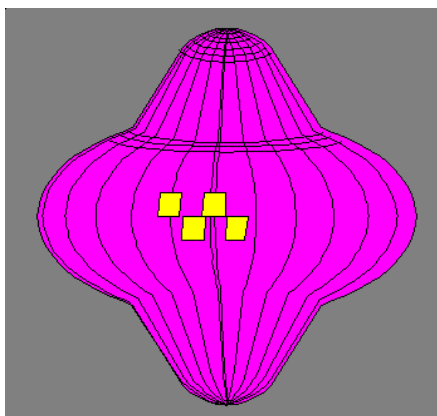


Рис. 7. Образ представления данных по нарушениям термоконтроля в зоне реактора

Правило 6. Управляет представлением средств контроля измерений системы внутриреакторного контроля (СВРК). В процессе работы в работе датчиков и системе СВРК могут возникать сбои. Это приводит к появлению недостоверных показаний (“деградация” системы измерения). Степень деградации системы измерения представлена с помощью белых пятен на глобусе. При этом количество белых пятен пропорционально количеству недостоверных показаний датчиков системы измерений (рис. 7).

Все изменения конфигурации фигуры «глобус *Башлыкова*» описаны в наставлении по эксплуатации этого когнитивного образа как когнитивная визуализация проблемных ситуаций в реакторе. Оператор-технолог, управляющий реакторной установкой, обучен действиям, которые необходимо предпринять в тех или иных проблемных ситуациях, отражаемых переменными состояниями глобуса.

В случае возникновения нештатных ситуаций система КоГра-РВ может разложить нештатную ситуацию на компоненты и объяснить степень их влияния на безопасность эксплуатации реактора.

4.2. Когнитивный образ балансных соотношений основных параметров энергоблока АЭС в СППР «СПРИНТ-РВ»

В интеллектуальной СППР «СПРИНТ-РВ» [2,17] для энергоблока № 5 Нововоронежской атомной электростанции одним из множества когнитивных образов

используется динамический когнитивный образ балансных соотношений основных параметров энергоблока, а именно: давлений в первом и во втором контурах, тепловой и электрической мощности и состояния технологических систем, поддерживающих заданные балансные соотношения (рис.8).

В нормальном состоянии работы энергоблока его переменные состояния представляется в виде образа, представляющего зеленый крест и четыре зеленых круга. Крест отражает соотношение балансов (давлений в первом и втором контурах, нейтронной и электрической мощности энергоблока). Каждый круг состоит из набора секторов, отображающих состояния соответствующих технологических систем, отвечающих за поддержание балансных соотношений.

При изменении размеров и цвета креста (при нарушении баланса) человек-оператор имеет возможность видеть на соответствующих секторах зеленых кругов изменения формы и цвета секторов состояния технологических систем - «из-за чего» произошло нарушение баланса. При эксплуатации, приведенный на рис.8, когнитивный образ дополнен отображением технологических состояний главных циркуляционных насосов (ГЦН) и редукционных клапанов (БРУА, БРУК).

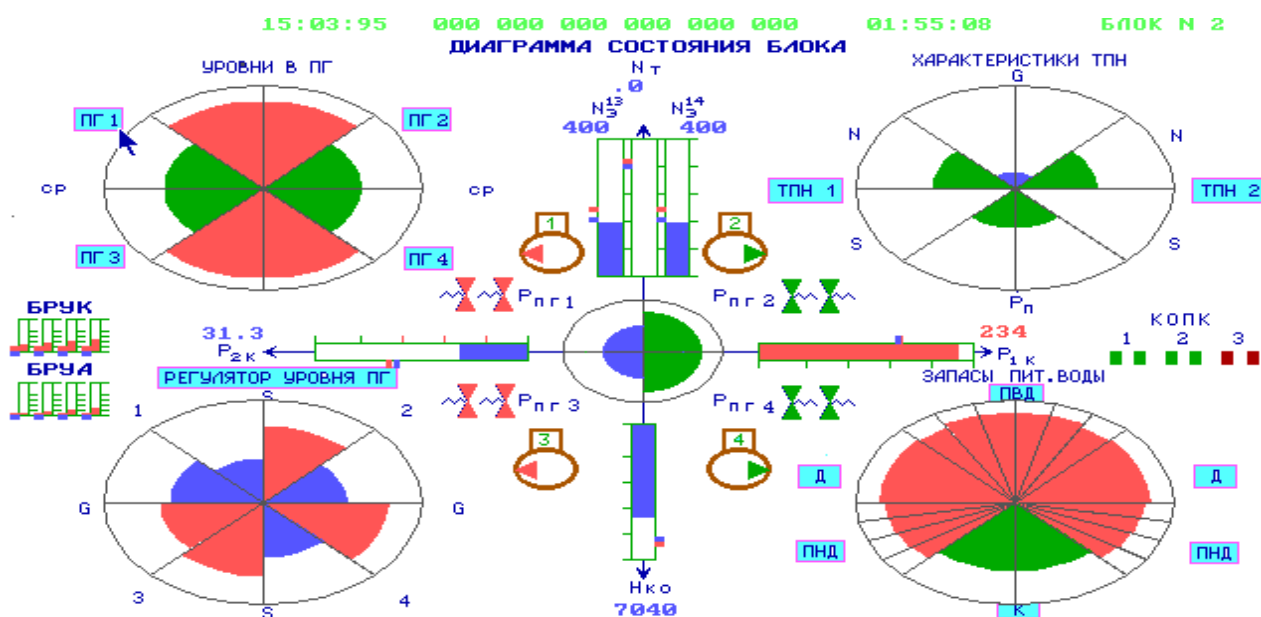


Рис. 8. Динамический когнитивный образ для контроля балансных соотношений энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000.

4.3. Когнитивные образы представления состояния активной зоны реактора АЭС в АСУ ТП АЭС

Активная зона ядерного реактора — пространство, в котором происходит контролируемая цепная реакция деления ядер тяжёлых изотопов урана или плутония. В ходе цепной реакции выделяется энергия. В состав активной зоны входят: ядерное топливо (ЯТ)

(Основой ЯТ является ядерное горючее — делящееся вещество), замедлитель (в реакторах на тепловых нейтронах), теплоноситель, передающий образующееся тепло за пределы реактора, например для привода электрических генераторов, устройства систем управления и защиты реактора (СУЗ).

Когнитивный образ активной зоны энергоблока с реактором типа РБМК представлен на рис.9.

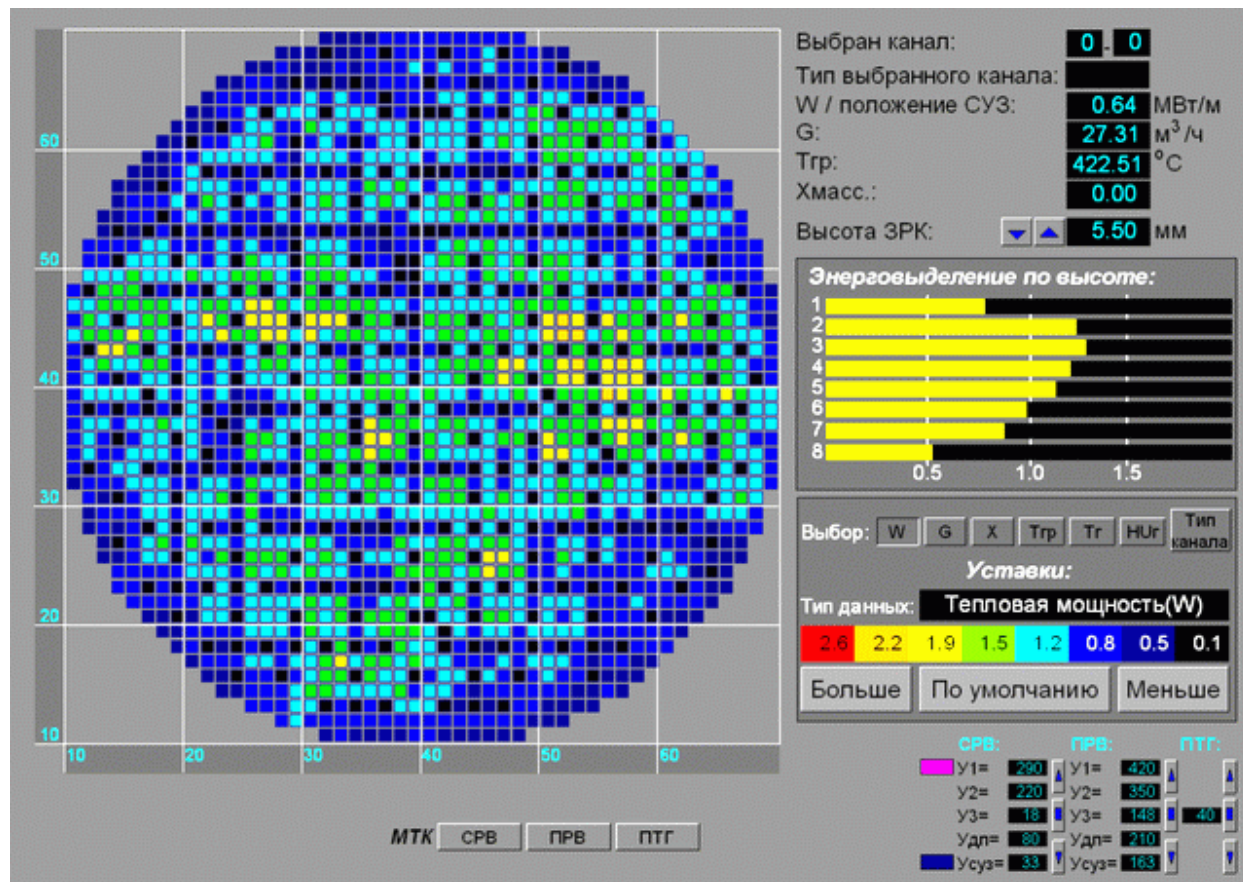


Рис.9. Когнитивный образ активной зоны энергоблока с реактором типа РБМК.

Когнитивный образ активной зоны энергоблока с реактором ВВЭР-1000 представлен на рис. 10.

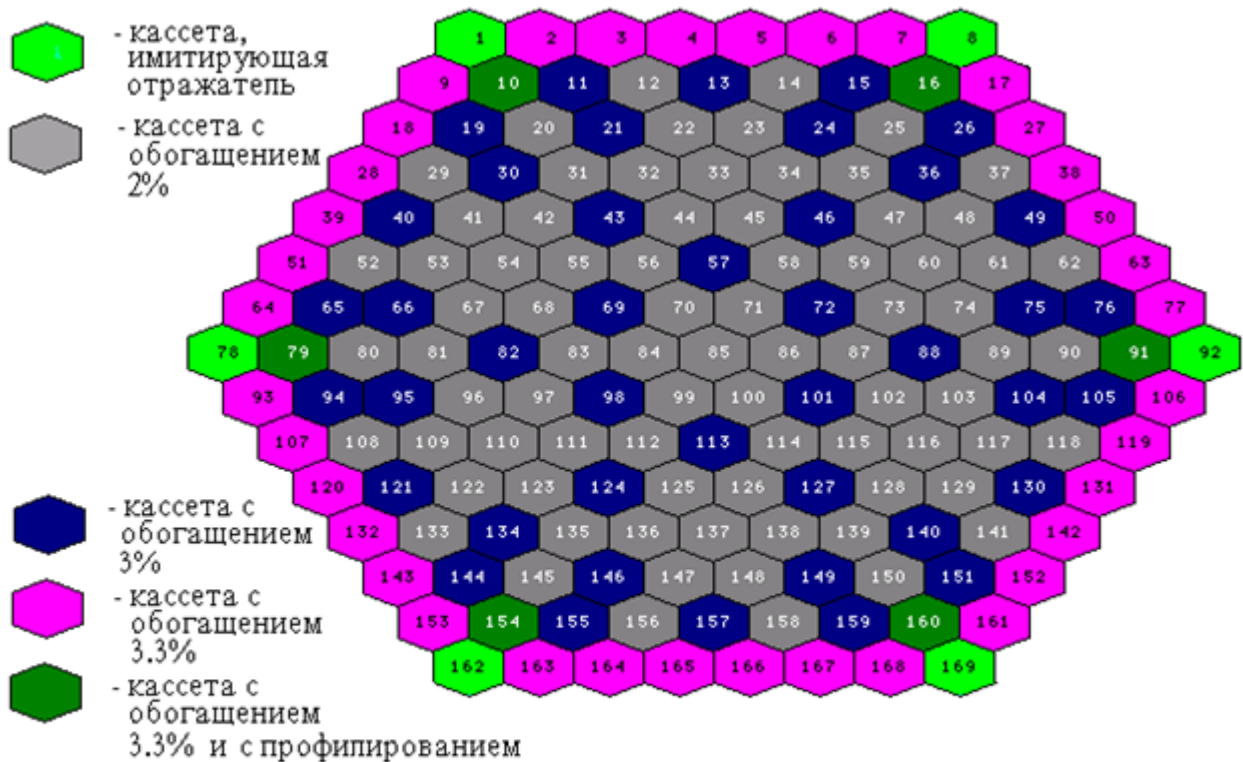


Рис.10 . Когнитивный образ активной зоны энергоблока с реактором ВВЭР-1000.

5. Интеллектуальный операторский интерфейс в СППР «СПРИНТ-РВ» - системе интеллектуальной поддержки принятия решений операторами АЭС

Интеллектуальный четырехконный операторский интерфейс в СППР «СПРИНТ-РВ» представлен на рис.11, 12. Данный интерфейс позволяет оператору одновременно видеть: состояние контролируемой технологической системы (САОЗ), сигнализацию аномалий возникших в контролируемых технологических системах средствами экспертной системы диагностики, когнитивный образ состояния реактора в виде глобуса, гипертекстовую поддержку оператора по технологическому регламенту эксплуатации энергоблока и эксплуатационным инструкциям.

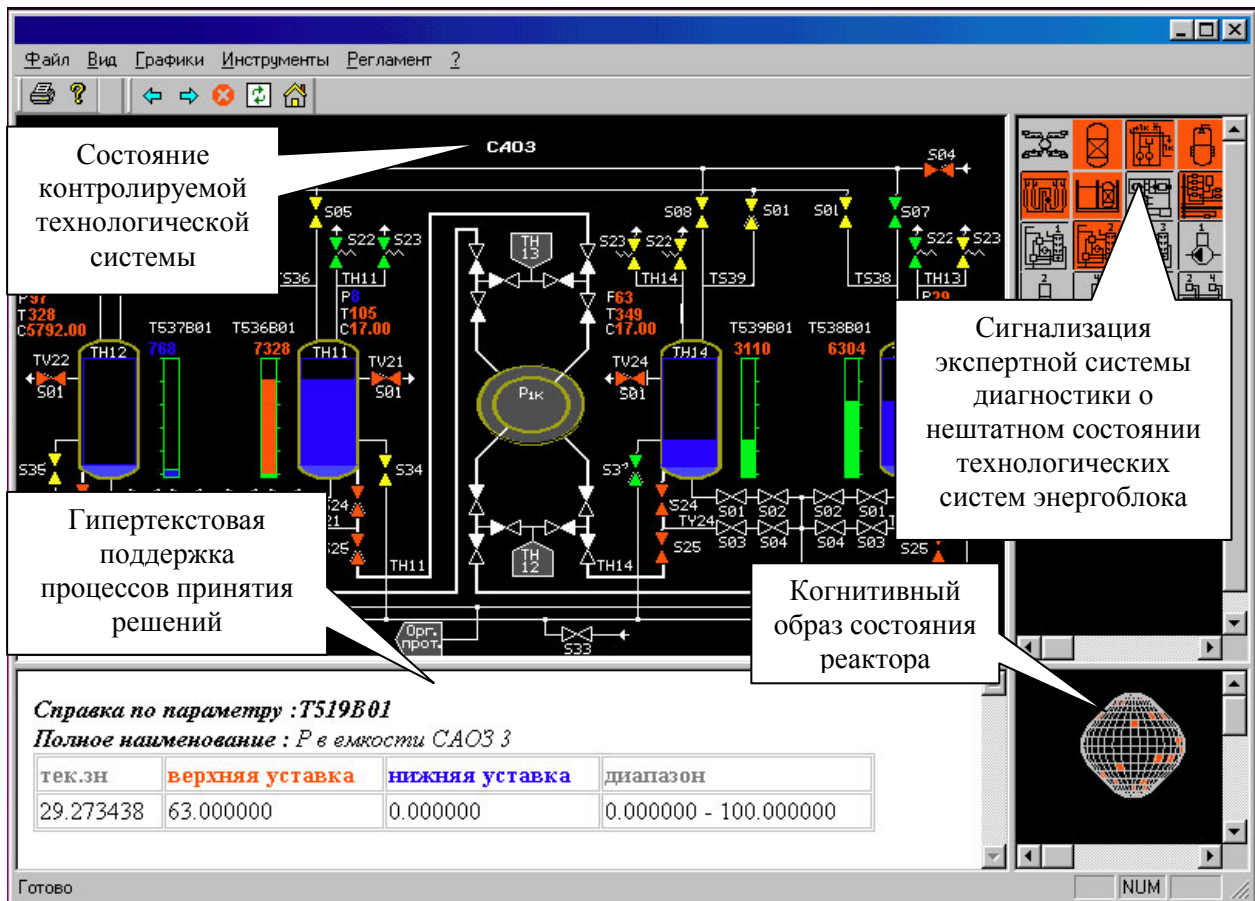


Рис. 11. Вид интеллектуального операторского интерфейса СПИР «СПРИНТ-РВ» с когнитивным образом состояния реактора.

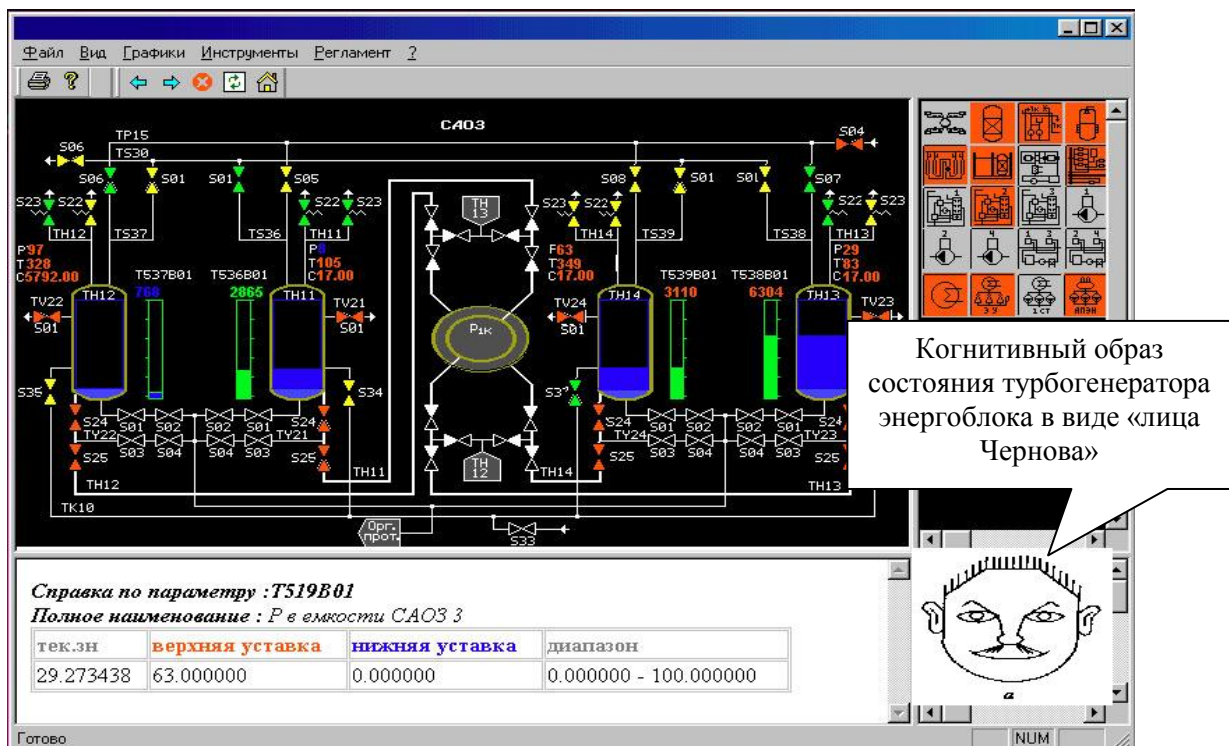


Рис. 12. Вид интеллектуального операторского интерфейса системы «СПРИНТ-РВ» с когнитивным образом состояния турбогенератора в виде «лица Чернова».

6. Когнитивные образы в интеллектуальной СППР «ОКО» для Кризисного центра концерна «Росэнергоатом»

СППР контроля безопасности работы энергоблоков и выполнения графика несения нагрузки по обобщенным параметрам - «ОКО» [18] является информационной автоматизированной компьютерной многопользовательской системой. СППР «ОКО» предназначена для решения задач информационной поддержки принятия решений при проведении оперативного контроля состояния энергоблоков АЭС с рабочих мест диспетчерского и административного персонала Кризисного центра концерна «Росэнергоатом».

Функции интеллектуальной информационной поддержки в системе «ОКО» реализуются, в свою очередь, решением следующих задач:

1. Оперативного сбора информации из баз данных, характеризующих информацию с площадок АЭС концерна «Росэнергоатом», содержащих текущие состояния технологических параметров (ТП), радиационных параметров (РП) и параметров безопасности (ПБ) по следующим атомным электрическим станциям (АЭС): Балаковской АЭС; Белоярской АЭС; Калининской АЭС; Кольской АЭС; Курской АЭС; Нововоронежской АЭС; Ростовской (Волгодонской) АЭС; Смоленской АЭС.

2. Оперативного анализа собранной информации на предмет: контроля текущего состояния технологических, радиационных и параметров безопасности АЭС; контроля выполнения графика несения нагрузки АЭС; контроля динамики изменения основных технологических, радиационных и параметров безопасности АЭС.

3. Оперативного оповещения диспетчерского персонала о:

- текущем состоянии технологических параметров, параметров безопасности АЭС и радиационных параметров в 30-ти километровой зоне АЭС;
- фактах выполнения графика несения нагрузки АЭС, превышения параметрами предупредительных или аварийных уставок, отклонения от графика несения нагрузки АЭС.

4. Поиска и представления пользователям информации по рекомендуемым действиям в нештатных и аномальных состояниях;

5. Гипертекстовой информационной поддержки пользователя при работе с регламентной и эксплуатационной информацией.

Интеллектуальный пользовательский интерфейс СППР «ОКО» основан на методах когнитивной графики. Он образно представляет состояния площадок АЭС с точки зрения соответствия плановых и текущих показателей выработки электроэнергии энергоблоками на

площадках АЭС, основных технологических, радиационных и параметров безопасности АЭС. При инициализации системы «ОКО» на рабочем месте диспетчерского персонала в окне состояния объекта контроля (рис. 14, 15) отображается образ, представляющий обобщенную информацию о текущем состоянии всех площадок АЭС (мнемосхема первого уровня информационной модели).

Образы состояния технологических, радиационных и параметров безопасности используются для процесса навигации, реализуемого пользователем по информационной модели объекта контроля, т.е. перехода с мнемосхемы на мнемосхему методами «вглубь» и «вверх».

Для осуществления перехода на мнемосхему более низкого уровня применяется метод навигации «вглубь» по информационной модели. При реализации этого метода необходимо подвести курсор мыши к соответствующему образу – вокруг, которого появится зеленый прямоугольник – и нажать левую клавишу мыши. После этого в основном окне программы будет отображена мнемосхема, содержащая обобщенную информацию о текущем состоянии выбранной АЭС и всех ее блоков (мнемосхема второго уровня информационной модели).

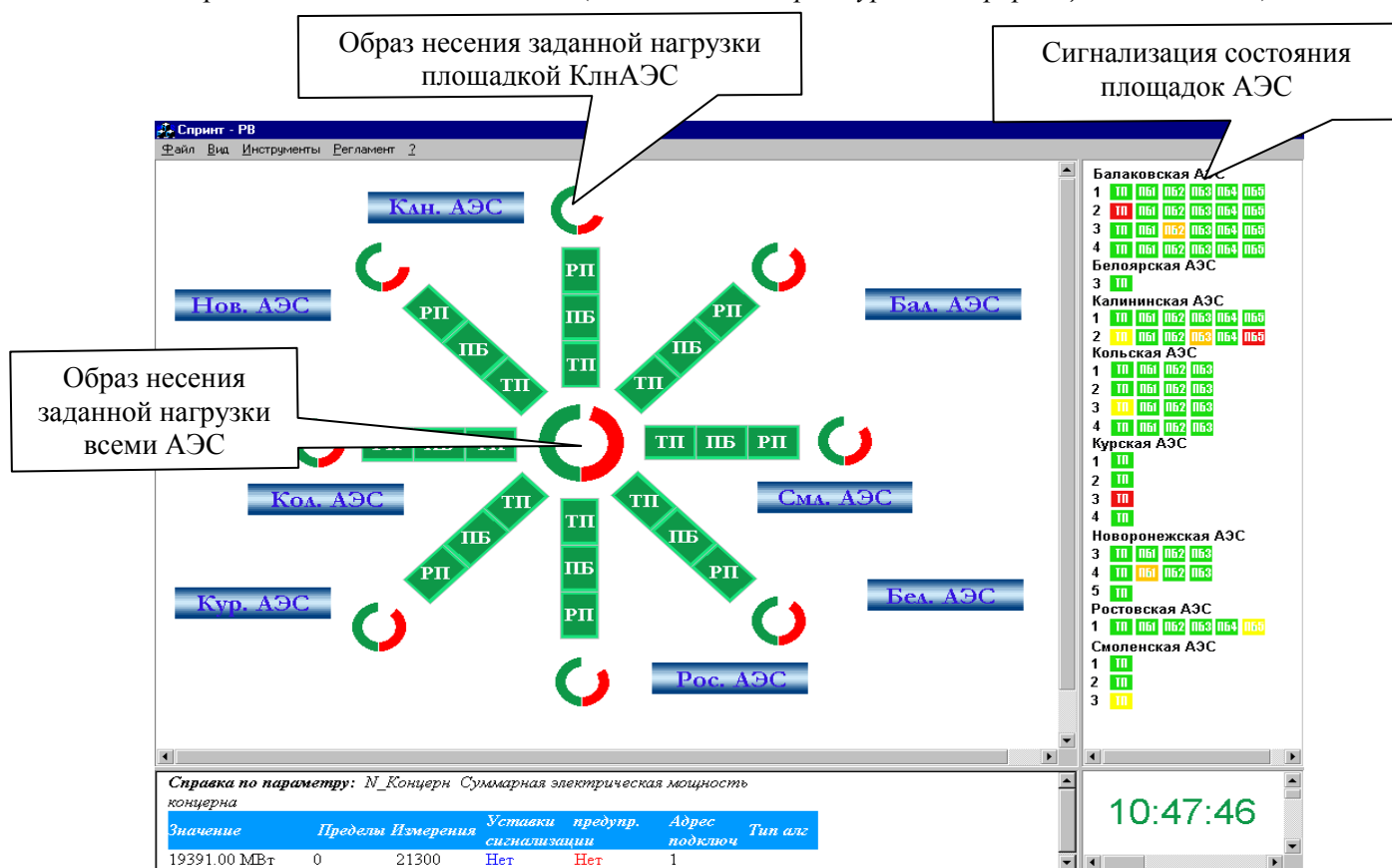


Рис.14. Когнитивный операторский интерфейс системы «ОКО» (Вариант 1).

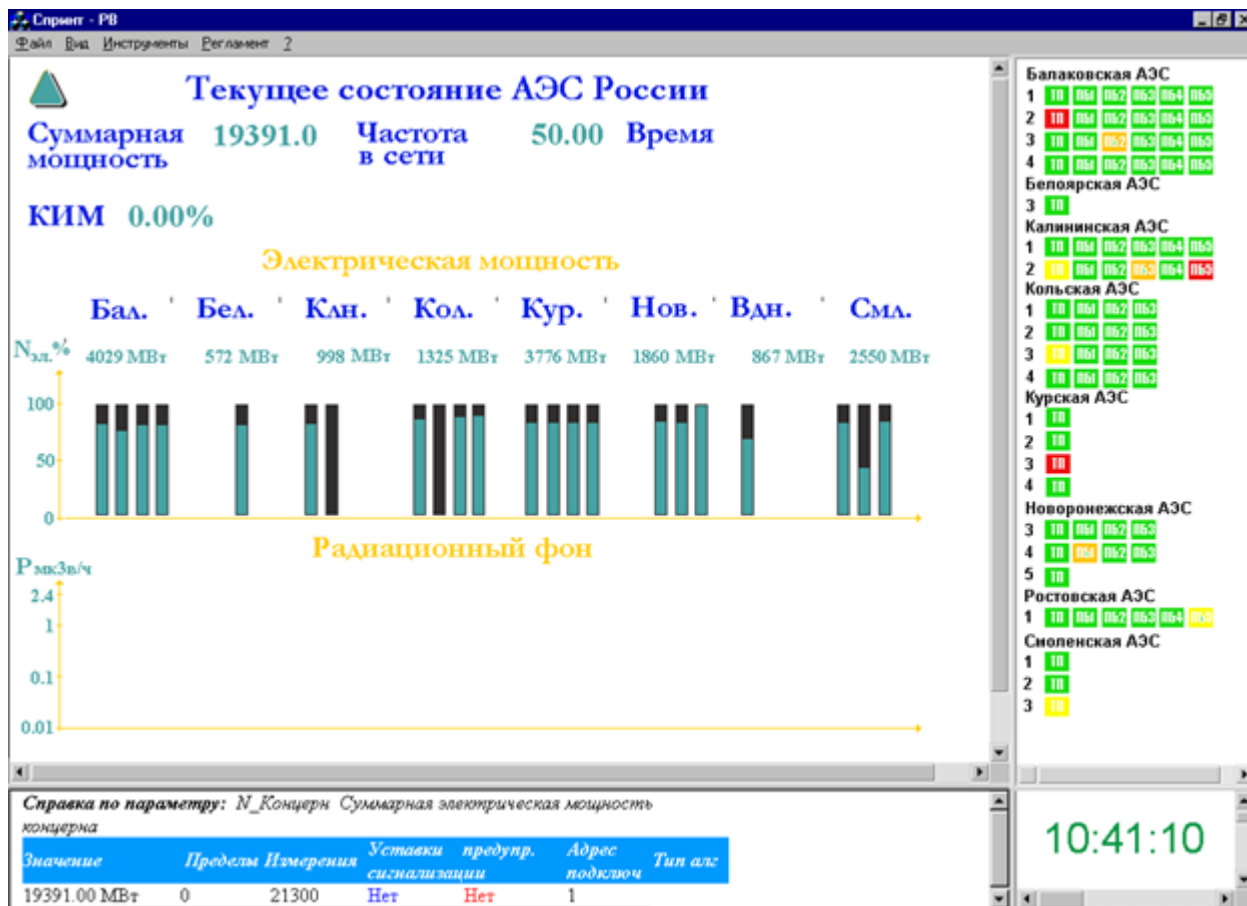


Рис.15. Когнитивный операторский интерфейс системы «ОКО» (Вариант 2).

На мнемосхемах второго уровня информационной модели каждый энергоблок выбранной АЭС представлен отдельной «строкой» таблицы, состоящей из (рис. 16): образов характеризующего текущее значение мощности АЭС; состояния ТП и ПБ.

Балаковская АЭС

Блок	N%	Тех. пар.	Парам. безопасности				
1	83	ТП	ПБ1	ПБ2	ПБ3	ПБ4	ПБ5
2	77	ТП	ПБ1	ПБ2	ПБ3	ПБ4	ПБ5
3	82	ТП	ПБ1	ПБ2	ПБ3	ПБ4	ПБ5
4	82	ТП	ПБ1	ПБ2	ПБ3	ПБ4	ПБ5

Рис. 16. Характеристики параметров площадки АЭС

Образы, характеризующие состояние технологических (ТП) и параметров безопасности (ПБ) полностью аналогичны соответствующим образам на главной мнемосхеме. В нормальном состоянии (когда значения всех параметров мнемосхемы находятся в пределах уставок) цвет фона образа – зеленый. В случае выхода какого-либо из параметров соответствующего типа за уставки, цвет фона образа – красный.

Переход на мнемосхемы третьего уровня информационной модели осуществляется аналогично переходу с мнемосхемы первого уровня на второй.

На мнемосхемах третьего уровня информационной модели представлена наиболее детальная информация обо всех переменных состояния (рис. 17).

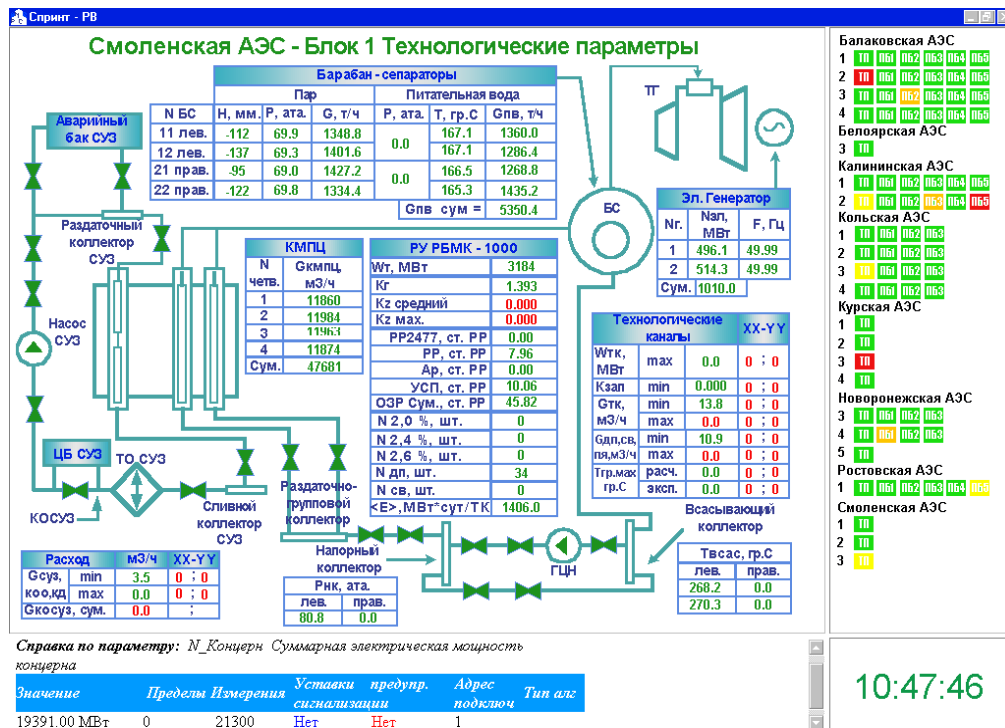


Рис. 17. Мнемосхема состояния технологических параметров энергоблока АЭС Навигация по гипертексту в системе осуществляется по методу «вглубь» и «вверх».

Содержимое технологического регламента эксплуатации энергоблока АЭС отображаются в окне гипертекстовой информации автоматически при загрузке соответствующей мнемосхемы (рис 18).

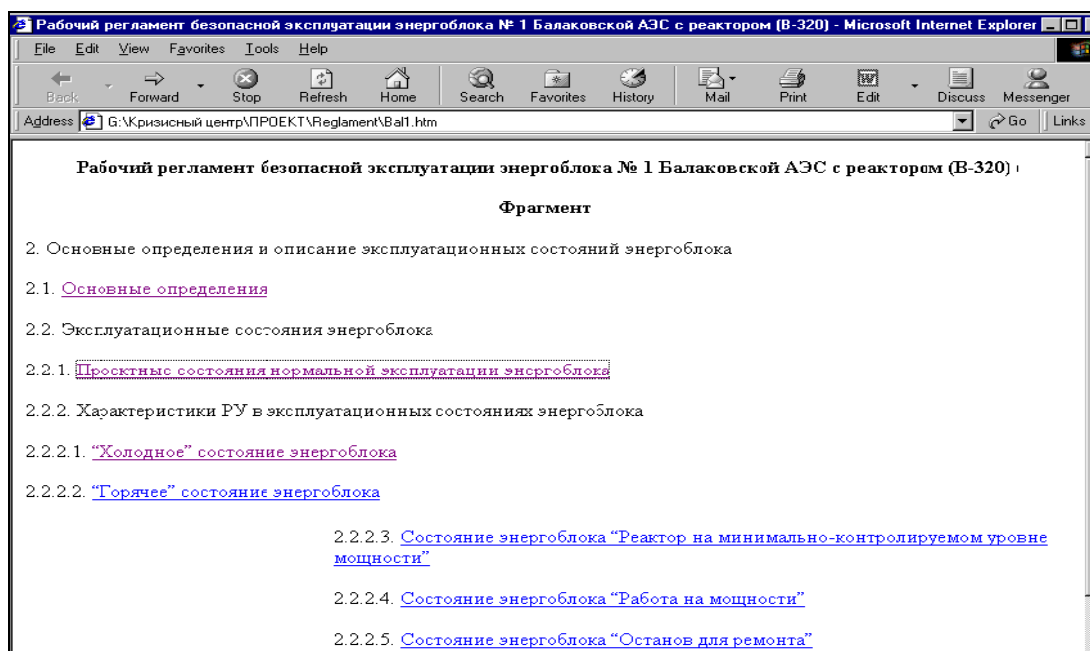


Рис. 18. Представление технологического регламента эксплуатации энергоблока

Заключение

Рассматривая интуицию и образное мышление как неотъемлемые составные части мыслительной деятельности оператора, оказывающие серьезную помощь в принятии решений, нужно признать, что хотя механизмы работы мозга в этих случаях не до конца прояснены, имеется возможность построить и реализовать достаточно непротиворечивую рабочую гипотезу образного представления информации в конкретных системах человеко-машинного управления. Эта рабочая гипотеза основана на методах когнитивной графики и нашла применение в конкретных работах для интеллектуализации человеко-машинного интерфейса в АСУ ТП энергоблоков АЭС.

Литература

1. Башлыков А.А. Методы когнитивной графики для образного представления состояний энергоблока АЭС. Труды международного форума информатизации. М.: Машиностроение, 1994, с.92-98
2. Гвишиани В.А., Бритков В.Б., Башлыков А.А., Вязилов Е.Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нестандартных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды. – М.: издательство «Эдиториал УРСС, 2001, 303 с.
3. Поспелов Д.А. Когнитивная графика - окно в новый мир. // Программные продукты и системы. 1992. с. 4-6.
4. Поспелов Д.А. Десять «горячих точек» в исследованиях по искусственному интеллекту. В сб. Интеллектуальные системы» – М.: МГУ. 1996. Т.1, вып. 1-4.- с.47-56.
5. Зенкин А. А. Когнитивная компьютерная графика. М.: Наука, 1991.
6. Клацки Р. Память человека. Структуры и процессы. - М.: Мир, 1978.
7. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. – М.: Прогресс, 1978.
8. Юнг К. Структура психики и процесс индивидуации. – М.: Наука, 1996.
9. Юнг К. Психологические типы. – СПб-М.: Ювента, Прогресс-Универс, 1995.
10. Губерман Ш.А. Теория гештальта и системный подход// Системные исследования. Ежегодник. – М.: 1984.
11. Солсо Р.Л. Когнитивная психология. – М.: Тривола, 1996. – с.598.
12. Shepard R.N. The mental image. \ Amer. Psychologist.- 1978. –Vol. 33.- p 125-137.
13. Paivio A. Mental imagery in associative learning and memory \ Psychological Review.- 1969.-Vol.76.- h. 241-263.
14. Кобринский Б.А. Отражение образного мышления в системах искусственного интеллекта \ VI Межд. Конф. «Знание-Диалог_Решение» KDS-97: Сб. научн. Трудов.- Ялта.-1997. – Т.1, с. 29-36.

15. Валькман Ю.Р. Графическая метафора " основа когнитивной графики// В сб. Научн. тр. Национальной конф. с междуна. участием "Искусственный интеллект-94" (КИИ-94). Рыбинск, 1994. с. 94- 100.
16. Башлыков А.А. КОГРА-РВ интеллектуальная информационная система для образного представления состояния реакторной установки энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000. Труды 8-й национальной конференции по искусственному интеллекту. М.: 2002
17. Башлыков А.А. СПРИНТ-РВ - интеллектуальная информационная система реального времени для поддержки принятия решений при управлении режимами работы сложными экологически опасными объектами и технологиями на базе промышленных ЭВМ.-М: ПРИБОРЫ. 2001. № 2, с.24 -26.
18. Башлыков А.А., Ильинский А.Н., Абраменко В.О., Колесник А.И «ОКО» - информационная корпоративная система контроля безопасности работы энергоблоков и выполнения графика несения нагрузки по обобщенным параметрам. Приборы. № 9. 2003, с.22-30.