



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОСТЬ СРЕДСТВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Э.Л. Ицкович (ИПУ РАН)

Рассматриваются особенности использования понятия "интеллектуальность" применительно к средствам и системам автоматизации. Выделяются постановки и методы решения задач контроля и управления, которые принято именовать интеллектуальными. Приводятся особенности решения этих задач в средствах автоматизации нижних уровней управления. Выделяются причины незначительного использования интеллектуальных средств для автоматизации производства на российских предприятиях.

Введение

Поскольку термин "интеллектуальность" применительно к средствам и системам автоматизации в последние годы становится все более и более модным, то в качестве престижного ярлыка его все чаще используют разработчики и производители средств/систем, не особенно задумываясь о сущности этого термина.

Представляется, что если ориентироваться на смысл понятия "интеллектуальность", которое определяется как разумность, умственность, рассудочность, то можно достаточно кратко, одной фразой охарактеризовать это понятие применительно к средствам/системам автоматизации: *интеллектуальность средств/систем автоматизации заключается в использовании ими при переработке не только измеряемых на объекте количественных данных, но и знаний персонала, обслуживающего этот объект.*

Здесь под знаниями понимается продукт интеллектуальности, т.е. проверенное практикой отражение действительности в сознании человека. На основе знаний персонала предприятия, в частности, вырабатываются решения по планированию и управлению производством.

Примеры отдельных, в приведенном выше смысле "интеллектуальных" решений, использующих как теоретические, так и практические знания, приведены ниже.

Ответственные за нормализацию производственного процесса воздействия вырабатываются операторами не только путем анализа измеряемых величин. Они вырабатываются также путем отбора и переработки таких наблюдаемых качественных показателей (определяемых словесно и не имеющих количественной шкалы измерения), которые характеризуют текущее состояние производства:

- свойства объекта автоматизации;
- состояние протекающего в объекте ТП;
- качество входящих в объект материальных и энергетических потоков;
- величину действующих на процесс возмущающих факторов;
- сортность выпускаемой продукции;
- заданный режим работы всей технологической цепочки производства.

Принимаемые персоналом предприятия (технологами, операторами, ремонтниками, сотрудниками КИПиА и другими специалистами) решения по планированию работы основаны как на текущих значениях измеряемых и наблюдаемых на производстве показателей, так и на теоретических сведениях и обобщениях ими опыта работы на данном предприятии.

Используемые для календарного планирования и оперативного управления технологами и диспетчерами модели производства разрабатываются на основе теоретических технологических зависимостей с использованием экспериментальных производственных данных.

На практике распространено несколько другое, более широкое понимание термина "интеллектуальность". Оно основано на сопоставлении существующих повсеместно в средствах/системах автоматизации методов и алгоритмов реализации функций контроля и управления с теми новыми, гораздо более точными, эффективными, охватывающими новые классы задач методами и алгоритмами, которые стали внедряться в средства/системы автоматизации в последние годы.

Обычный, типовой набор задач, повсеместно решаемых в отдельных средствах автоматизации нижних уровней:

- в датчике — измерение и передача измеренного значения величины в контроллер;
- в исполнительном механизме — прием управляющего сигнала и преобразование его в перемещение регулирующего органа;
- в контроллере — прием выходных сигналов датчиков; математические и логические преобразования этих сигналов, связанные с решением задач контроля, учета, блокировок механизмов, ПИД-регулирования; перевод результатов преобразования в выходные и управляющие сигналы и их передача рабочей станции оператора и исполнительным механизмам.

Но наблюдаемое интенсивное развитие микропроцессоров в части увеличения быстродействия, разрядности, объемов разного вида памяти, наряду с непрерывным снижением их стоимости привели к технической возможности и экономической целесообразности расширять классы задач, решаемых в этих средствах автоматизации. В дополнение к перечисленным выше ре-

шаемым типовым задачам в них стали включаться и все более широко распространяться следующие задачи:

- в датчике — первичная переработка измеряемых значений, самодиагностика, реализация простейших типовых функций контроля и управления;
- в исполнительном механизме — обработка получаемых данных и команд, самодиагностика и диагностика регулирующего органа, реализация простейших типовых функций контроля и управления;
- в контроллере — диагностика работы оборудования автоматизируемого агрегата, регулирование с использованием количественных и качественных показателей, управление с прогнозирующей моделью объекта в замкнутом контуре, различные варианты адаптивного управления.

Все эти достаточно новые задачи объединяет то, что их реализация расширяет возможности автоматизации и повышает точность и качество контроля и управления. В большинстве источников и в документации производителей средств автоматизации принято, для отличия этих задач от типовых задач контроля и управления, называть новые решаемые задачи интеллектуальными, а реализующие их средства — интеллектуальными средствами. Чтобы не вдаваться в терминологические дискуссии (обычно достаточно бесплодные) будем далее придерживаться этого принятого на практике обозначения класса интеллектуальных средств, хотя по смыслу понятия "интеллектуальность" не все эти задачи являются таковыми.

Ниже рассматриваются принципиальные особенности ряда реализуемых в средствах автоматизации совершенных методов автоматического контроля и управления, которые, по принятой терминологии, придают так называемую "интеллектуальность" используемым их средствам/системам.

Реализация в полевых приборах отдельных функций контроля и управления

Включение в состав полевых приборов (датчиков и исполнительных механизмов) программируемых микропроцессоров позволило полностью пересмотреть состав выполняемых ими функций, расширив их за счет реализации в приборах любых свободно программируемых математических и логических задач. Практически полевые приборы при этом стали еще и вычислительными средствами, что стало отмечаться в их наименовании — "интеллектуальные приборы".

Интеллектуальные датчики обычно реализуют следующий набор функций:

- измерение заданной величины;
- аналого-цифровое преобразование значения измеряемой величины;
- перевод измеряемого сигнала в инженерные единицы;
- первичная обработка измеряемого сигнала (масштабирование, линеаризация, фильтрация, сравнение с заданными уставками, вычисление учетных и статистических показателей и т. п.);

- пересылка измеренного значения величины в БД датчика и в контроллер по полевой сети;
- хранение измеренных значений величины за заданный интервал времени в БД датчика;
- тестирование, калибровка, изменение диапазона измерения датчика в дистанционном режиме с рабочей станции оператора через полевую сеть;
- выполнение, при необходимости, отдельных программируемых функций управления: ПИД-регулирования и блокировок с выдачей управляющих сигналов через полевую сеть непосредственно на исполнительный механизм;
- развитое самодиагностирование датчика. Каждое сообщение от прибора содержит информацию двух типов: текущие данные и статус прибора (выделение статуса может претендовать на интеллектуальную по смыслу функцию, если в отдельные диагностические тесты по его определению будут заложены базирующиеся на опыте суждения операторов). Статус определяет оперативное состояние прибора: нормальное — когда данные от него могут быть использованы для вычислений и управления; нормальное непоследовательное — когда данные от него корректны, но с прибором связана какая-то тревога: неопределенное — когда данные не полностью корректны, но все же могут быть использованы для вычислений; плохой статус, когда данные не могут быть использованы для любых целей.

Интеллектуальные исполнительные механизмы обычно реализуют следующий набор функций:

- получение от контроллера через сеть цифрового управляющего сигнала или прием измеряемого сигнала от датчика, если функции управления реализует сам интеллектуальный исполнительный механизм;
- цифро-аналоговое преобразование управляющего сигнала от контроллера;
- соответствующее значению управляющего сигнала перемещение регулирующего органа;
- выполнение при передаче измеренного значения управляемой величины непосредственно в исполнительный механизм, минуя контроллер отдельных программируемых функций управления: ПИД-регулирования и блокировок с выдачей управляющих воздействий через соответствующие преобразования непосредственно на регулируемый орган;
- развитая самодиагностика исполнительного механизма и связанного с ним регулирующего органа. В частности, диагностируется возникновение любого нештатного состояния исполнительного механизма, непрерывно отслеживается положение регулирующего органа и сигнализируется достижение им конечных положений.

Диагностика оборудования автоматизируемого агрегата и прогнозирование его работоспособности

Целый ряд факторов развития микроэлектронных средств (их миниатюризация, удешевление, возможность беспроводной связи друг с другом) позволили начать выпуск различного технологического оборудо-

дования с уже встроенными в него интеллектуальными датчиками, измеряющими величины, характеризующие текущее состояние его отдельных узлов и механизмов. Ориентируясь на эти средства, контроллеры начали оснащаться программными пакетами, реализующими следующие основные задачи:

- определение текущего состояния компонентов технологического оборудования, степени износа его узлов и механизмов;
- диагностика наблюдаемых нарушений в работе оборудования;
- прогнозирование износа оборудования и возможной длительности его эксплуатации без проведения обслуживания или планового ремонта;
- составление графика обслуживания и ремонтов оборудования на основе анализа его текущего состояния и прогнозирования его эксплуатационных характеристик.

Следует отметить, что наиболее точная, качественная и всесторонняя оценка текущего состояния оборудования и прогноза его характеристик может быть достигнута при совместном использовании двух дополняющих друг друга методов анализа:

- сопоставлении значений измеряемых величин, характеризующих текущее состояние оборудования, по отдельности и в определенных логических сочетаниях с заданными уставками и статистического прогнозирования износа узлов и механизмов на базе прошлого поведения измеряемых величин;
- логических выводов, содержащихся в базе знаний, построенной путем обобщения опыта специалистов ремонтных и обслуживающих подразделений, которые в качестве исходных данных используют полученные тенденции изменения измеряемых величин.

Последний используемый метод анализа состояния оборудования позволяет говорить об интеллектуальном характере решаемой задачи.

Решение рассмотренной задачи средствами автоматизации имеет важное техническое и экономическое значение:

- расширяет диапазон реализуемых средствами АСУТП решений на новую область автоматизации — контроль и управление оборудованием;
- кардинально изменяет сам способ управления обслуживанием и ремонтом оборудования: вместо проведения этих мероприятий через заданные интервалы времени (независимо от реального состояния оборудования), позволяет проводить обслуживание и ремонты в соответствии с реальными, автоматически определяемыми потребностями. Как показывает практика, такой способ управления работой оборудования резко снижает трудовые и финансовые затраты ремонтных подразделений, увеличивает межремонтные интервалы и уменьшает время простоя оборудования.

Регулирование процесса с использованием качественных показателей его протекания

Типовые алгоритмы регулирования ТП, используемые в средствах автоматизации, преобразовывают

количественно измеряемые на объекте величины; в то время как операторы при управлении кроме них используют еще ряд чисто качественных и грубо оцениваемых показателей режима протекания процесса, качественных свойств входных потоков и возмущающих факторов и других известных им характеристик, которые или не имеют количественного выражения, или технически не могут быть измерены. В ряде случаев при управлении сложными ТП из-за неполноты информации, используемой средствами автоматизации, качество работы типовых систем регулирования уступает качеству ручного управления.

Эти обстоятельства послужили причиной разработки нового типа автоматического регулятора, использующего грубо, приближенно, качественно оцениваемые показатели, так называемого нечеткого регулятора (Fuzzy Controller), построенного на базе теории нечетких множеств.

Нечеткое регулирование является логическим управлением, которое реализуется правилами типа "если..., то..." над лингвистическими переменными, образующими нечеткие множества. Так, например, лингвистическая переменная "Ошибка" может иметь следующие качественные, нечеткие множества: отрицательно большая/малая ошибка, нулевая ошибка, положительно малая/большая ошибка. Для формализации этих качественных обозначений используют некоторую функцию принадлежности нечеткого множества (она может задаваться в виде треугольника, трапеции или колокола) и экспертным путем (используются знания управляющего персонала) каждому значению лингвистической переменной присваивается степень (вероятность) принадлежности ее к данному нечеткому множеству. Такая операция переводит качественные лингвистические понятия в количественные значения, которые могут преобразовываться логическими правилами. Последние можно считать интеллектуальными, так как вначале они строятся на базе технологических сведений, учете опыта работы персонала, анализе логики действий оператора, а в дальнейшем, в процессе эксплуатации нечеткого регулятора они еще и корректируются персоналом путем обучения. Правила реализуются через механизм логического вывода, а вывод преобразуется в управляющее воздействие.

Важно отметить следующие особенности такого способа управления:

- при нем используется вся значимая количественная и качественная информация об автоматизируемом объекте. Для этого количественная измеряемая информация переводится в нечеткую форму (фазифицируется) и далее перерабатывается регулятором наряду с качественными данными;
- сами логические правила, по которым работает регулятор, могут быть разными для разных условий работы объекта (в том числе при нештатных ситуациях), разных критериев управления, разных требованиях к продукции, что делает управление адаптируемым к текущим характеристикам производства;

- управляющие воздействия такого регулятора могут как непосредственно воздействовать на исполнительный механизм, так и использоваться в качестве заданий, изменяющих уставку и/или параметры ПИД-регулятора, что позволяет сочетать точность стабилизации ПИД-регулятора с гибкой перестройкой его в разных рабочих ситуациях.

Регулирование процесса с использованием прогнозирующей модели объекта

Данный вид регулирования базируется на способе, которым часто пользуется человек, выбирающий правильное или хорошее решение поставленной перед ним проблемы: он производит перебор ряда возможных вариантов решений (число просматриваемых вариантов зависит от имеющегося у него времени на выдачу решения) и выбирает наилучший вариант из числа подвергнутых анализу. Подобный способ, перенесенный в область автоматического регулирования, породил новый тип регулятора – регулятор с предсказанием на базе модели объекта (Predict Controller).

Этот регулятор работает в достаточно широком диапазоне свойств автоматизируемого объекта, включая нелинейные объекты, объекты со значительным транспортным запаздыванием, объекты с рядом взаимосвязанных величин. Практически он выдает субоптимальные управляющие воздействия и является одним из наиболее эффективных средств автоматического регулирования.

Рассмотрим принцип его работы. В регулятор встроена достаточно точная динамическая модель объекта. Ему задан критерий оценки стратегии управления (например, минимум текущей дисперсии стабилизируемых величин). На каждом такте его работы он вводит в модель текущие значения измеренных входных потоков и возмущений (в случае если последние измеряются), а дальше в быстром масштабе времени перебирает на модели ряд вариантов будущих управляющих воздействий на определенное число тактов (их число определяется параметрами динамики объекта). По каждому варианту на модели определяются будущие значения регулируемых величин на время числа промоделированных тактов, и по ним вычисляется значение заданного критерия, присущего этой стратегии управления. В качестве управляющих воздействий на объект на данном такте принимаются воздействия того варианта стратегии, который дал лучшее значение критерия, это же воздействие передается на вход модели. Сопоставление полученных после этого выходов модели и объекта за ряд тактов позволяет судить о точности модели и указывает момент необходимости ее адаптации. На следующем такте управляющие воздействия предыдущей принятой стратегии (хотя они рассчитаны на ряд тактов) уже не используются, а заново проводится весь цикл перебора вариантов стратегий и опять реализуется первый такт управляющих воздействий лучшей их них.

Естественно, что для правильной работы данного регулятора используемая в нем модель должна точно соответствовать объекту, а при изменении свойств и характеристик объекта модель должна своевременно перестраиваться (адаптироваться). Это обстоятельство вызывает наибольшие трудности при реализации и требует повышенного внимания при эксплуатации регулятора с прогнозирующей моделью. Но для многих сложных объектов дополнительные трудовые затраты значительно перекрываются экономическим эффектом от реализуемого регулятором субоптимального управления.

Следует отметить, что похожий способ перебора вариантов возможных решений в быстром масштабе времени все более широко начинает применяться и при компьютерной поддержке принятия управленческих решений на предприятиях. Так, диспетчеру рядом с пультом устанавливают на отдельном компьютере математическую модель производства, и он перед принятием ответственных решений проигрывает на этой модели различные варианты оперативных воздействий или текущих планов и, сопоставляя полученные на модели результаты этих вариантов, выбирает лучший из них для реализации.

Варианты адаптивного регулирования процесса

Подавляющее большинство технологических процессов изменяет свои свойства и характеристики со временем: изменяются параметры оборудования агрегатов, меняются показатели входных материальных и энергетических потоков, различные внешние возмущения не постоянны во времени. Все эти обстоятельства приводят к тому, что установленные параметры систем управления приходится со временем изменять, приводить их в соответствие со значениями наблюдаемых текущих контролируемых показателей выпускаемого продукта. Обычно оператор, руководствуясь своим опытом работы, устанавливает и поддерживает нужный режим работы объекта, своевременно подстраивая параметры систем регулирования под наблюдаемые изменения протекания процесса и свойства выпускаемого продукта. Передача этих функций самому регулятору приводит к возникновению нового класса интеллектуальных самоперестраивающихся средств – адаптивных регуляторов.

В простейшем случае адаптивный ПИД-регулятор имеет специальный блок адаптации, который корректирует параметры регулятора, выполняя следующую последовательность действий:

- непрерывно вычисляет текущую дисперсию регулируемой величины и при превышении ею заданного значения начинает действия по подстройке (или настройке) параметров регулятора;
- для этого на вход регулятора он подает специальные калиброванные сигналы скачкообразной или синусоидальной формы, амплитуда которых должна быть различима на фоне имеющихся возмущений и в то же время не приводить к существенным колебаниям регулируемой величины;

- измеряет реакцию регулируемой величины на эти входные сигналы и по ним рассчитывает текущую передаточную функцию объекта;

- по заданному алгоритму на основе полученной передаточной функции вычисляет и устанавливает новые параметры регулятора.

Существенно более сложным по структуре, но значительно более широким по области применения является адаптивный нейрорегулятор, построенный по технологии, имитирующей работу нейронов мозга. Принцип его действия рассмотрим на простом варианте однослойной нейронной сети.

Каждый нейрон сети состоит из линейного сумматора и нелинейного преобразователя. Сумматор получает совокупность входных сигналов либо от внешних источников (первый слой сети), либо от нейронов предыдущего слоя сети. Каждый входной сигнал поступает в нейрон со своим весом. Выходной сигнал сумматора поступает на нелинейный преобразователь, выход которого ограничен заданным диапазоном.

На входной слой нейронов поступают сигналы согласования между рядом последних по времени текущих значений регулируемой величины и ее заданным значением (временной диапазон поступающих сигналов примерно соответствует динамической памяти регулируемой величины). Эти сигналы преобразуются каждым нейроном в соответствии с его параметрами и с определенными весами направляются в нейроны следующего слоя сети. Поскольку сеть однослойная, то следующий слой является выходным, он состоит из одного нейрона, непосредственно вырабатывающего управляющее воздействие на объект. Самообучение (настройка, адаптация) нейронной сети состоит в таком изменении от такта к такту весов сигналов, циркулирующих между отдельными нейронами соседних слоев сети, которая обеспечит минимизацию текущей дисперсии регулируемой величины. Задача определения таких весов сигналов является задачей оптимизации весов по критерию минимизацию текущей дисперсии регулируемой величины; эта задача решается одним из известных математических методов. Следует отметить, что поскольку сигналы рассогласования поступают на нейронную сеть каждый такт, подстройка весов сигналов производится непрерывно и регулятор все время следит за изменяющимися характеристиками объекта.

Заключение

Выше рассмотрены наиболее популярные и все более широко используемые при автоматизации производства на предприятиях разных отраслей (судя по зарубежным источникам) классы интеллектуальных средств автоматизации. Есть и другие классы таких средств, еще не имеющие достаточно широкого промышленного внедрения, но весьма перспективные для автоматизации сложных, плохо управляемых обычными средствами объектов и процессов, не имеющих достаточно полного текущего контроля их протекания. Отметим некоторые из таких перспективных средств.

Генетические алгоритмы оптимизации, имитирующие процессы естественного отбора в живой природе и предназначенные для решения задач оптимального управления в тех случаях, когда не работают известные математические методы оптимизации.

Виртуальные измерения тех величин ТП, знание текущих значений которых необходимо для качественного управления, но технические производственные средства для их измерения отсутствуют, а есть только их лабораторные анализы, производимые редко и с большим запаздыванием. Для реализации виртуального измерения может использоваться нейронная сеть, моделирующая автоматизируемый процесс. Входами сети являются измеряемые величины процесса, выходом искомое значение не измеряемой автоматически величины, настройка сети производится по проводимым лабораторным анализам искомой величины.

Рассмотренная в статье "интеллектуализация" средств автоматизации постепенно приводит к существенным изменениям в организации системы управления производством. Краткое перечисление таких изменений приведено ниже.

На самом нижнем уровне управления – уровне интеллектуальных полевых приборов, начинают реализовываться типовые функции первичной переработки измерительной информации, блокировок и регулирования, что является обычной прерогативой контроллеров.

Поскольку интеллектуальные полевые приборы распределены по всему производству, происходит полная децентрализация реализации основных типовых функций контроля и управления.

Современные контроллеры большой мощности и быстрого действия, освобожденные полевыми приборами от решения простейших задач автоматизации, получили возможность реализовывать в масштабе РВ сложные и объемные алгоритмы, к которым обычно сводятся "интеллектуальные" алгоритмы.

Происходит перераспределение решаемых задач контроля и управления не только по существующим уровням управления, но и по их исполнителям: все больший круг разнообразных задач контроля и управления начинает передаваться от операторов и диспетчеров средствам автоматизации, что повышает эффективность управления и одновременно уменьшает нагрузку управляющего персонала.

Снижение нагрузки операторов позволяет усилить централизацию уровней управления, на которых все или часть функций реализуется персоналом.

Грамотный выбор интеллектуальных средств автоматизации, базирующийся на предварительном обследовании автоматизированного объекта и обосновании применения тех или иных средств, позволяет получить существенный технический и экономический эффект, значительно превосходящий эффект от реализации в средствах автоматизации типовых функций контроля и управления. Однако применение интеллектуальных средств автоматизации на российских предприятиях находится еще на зачаточном уровне.

Замедление использования интеллектуальных средств на российских предприятиях обусловлено следующими причинами:

- при заказе средств/систем автоматизации обычно не проводится достаточно глубокое обследование автоматизируемого объекта, не определяется наиболее экономически эффективный для данного объекта уровень автоматизации, учитывающий современное состояние имеющихся на рынке средств и систем; поэтому такое обследование не может выделить те задачи, для решения которых необходимо применение интеллектуальных средств;

- формулировка задач автоматизации контроля и управления обычно производится на основе проектной проработки перевода известных функций контроля, учета, блокировок и регулирования на микропроцессорные средства; техническая и экономическая эффективность отдельных вариантов автоматизации не прорабатывается; при этом естественно вопрос о приобретении тех или иных интеллектуальных средств также не возникает;

- интеллектуальные программные и технические средства стоят дороже типовых средств, а руководство заказчика, не получая необходимого обоснования

добавочных затрат на их приобретение, не видит причин для их заказа;

- внедрение и эксплуатация интеллектуальных средств автоматизации требует достаточно высокой квалификации обслуживающего их персонала, а в настоящее время на многих предприятиях такого персонала нет и поэтому руководство подразделения, отвечающего за автоматизацию, само зачастую не заинтересовано в их приобретении;

- результаты уже проведенного внедрения и применения тех или иных интеллектуальных средств на производствах российских предприятий: причины их заказа, особенности внедрения и эксплуатации, полученный технический и экономический эффект с описанием методов его определения, выявленные недостатки — все они остаются неизвестными не только широкой общественности, но и во многих случаях самому использующему их предприятию, поскольку никакого серьезного анализа их работы не проводится. В то же время наличие указанных данных и их открытая, широкая публикация могла бы привести многие предприятия к изменению их заданий на автоматизацию.

*Ицкович Эммануил Львович — д-р техн. наук, проф.,
заведующий лабораторией Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.*

Контактный телефон (495) 334-90-21.

О ТЕРМИНЕ "ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ" В ПРИМЕНЕНИИ К СРЕДСТВАМ И СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ ТП

В.М. Дозорцев (ЗАО "Хоневелл")

Рассмотрены разнообразные характеристики интеллектуальных систем управления ТП. Предложен критерий, дающий возможность "протестировать" различные системы управления на предмет интеллектуальности.

Достаточно набрать слово "интеллектуализация" в сочетании со словом "управление" в любой поисковой системе, чтобы убедиться насколько популярна заявленная тема в профессиональном сообществе: она широко представлена в технических и рекламных описаниях, обсуждается в специальных журналах, на конференциях, на сетевых форумах как в России, так и за рубежом. Повсеместное употребление "интеллектуализации" как чуть ли не безусловного свойства любой современной системы управления напоминает ситуацию с "математизацией" всех наук, которую крупный советский математик Елена Сергеевна Вентцель в своей нашумевшей статье конца 70-х годов сравнила с "музицированием в дворянской усадьбе" (обязательность при слабом отношении к музыке как таковой).

Очевидно, что единого понимания обсуждаемого термина в профессиональном сообществе нет. С одной стороны, это является доказательством актуальности направления, находящегося на этапе своего бурного становления, с другой — объективно затрудняет его развитие, поскольку не позволяет провести границу между "интеллектуальным" и "неинтеллектуальным".

В целом проанализировать причины сложившейся ситуации очень непросто, поскольку аспекты интеллектуализации столь же широки и разнообразны,

как широк и сам феномен управления. В рамках настоящих коротких заметок остановимся на узкой предметной области управления ТП, понимая под этим средства и системы непосредственного управляющего воздействия на процесс в темпе его функционирования (от датчиков и регуляторов до программно-логических контроллеров и усовершенствованных систем управления).

Даже в такой узкой постановке разнообразие характеристик интеллектуальности, предлагаемых исследователями и разработчиками, очень велико. Есть смысл обсудить для начала, какие из них, на наш взгляд, *не обязательно* определяют интеллектуальность.

1. "Интеллектуальные системы решают задачи, которые обычно решает человек".

Этот тезис, возможно, менее всего справедлив именно для управления ТП, поскольку человек, как правило, не в состоянии управлять ТП в РВ. Это касается как обычного ПИ-регулирования, так и управления по критериям оптимальности. (Заметим, кстати, что с психологических позиций оптимизация вообще не относится к числу способов человеческого мышления и поведения в отличие от обобщения, сравнения, предпочтения, выбора альтернатив и т.д.)

2. "Системы интеллектуальны, поскольку решают сложные (т.е. "интеллектуальные") задачи управления".