

УДК 661.1:004.896

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ АСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРОИЗВОДСТВ СПЕЦХИМИИ

Абрамов Д.Г., Звольский Л.С., Кодолов А.В., Попов Ф.А.

*АО «Федеральный научно-производственный центр “Алтай”»,
Бийск, e-mail: pfa2004@mail.ru, abramov.biysk@gmail.com, ovtia.frpc@gmail.com*

В работе рассматриваются особенности создания АСУТП современных специальных химических производств. Показано влияние наличия потенциально опасных технологических процессов, являющихся неотъемлемой частью таких производств, на структуру автоматизированных систем управления, на подходы к оценке комплексных показателей безопасности и надежности, а также на особенности построения программы эксплуатации. Представлены наиболее актуальные направления развития таких систем, в том числе обозначены проблемы и особенности построения интеллектуальных и интегрированных АСУ. Описано влияние все больше набирающей популярность интеллектуализации управления на перераспределение функций между общепринятыми уровнями классических иерархических распределенных систем управления. Показана необходимость создания единой универсальной информационной платформы, обеспечивающей интеграцию АСУТП специального химического производства, как базы для построения информационных автоматизированных систем управления предприятием.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, АСУ, АСУТП, спецхимия, опасные технологические процессы, надежность, безопасность, информационные технологии

SPECIAL FEATURES AND PROSPECTS OF DEVELOPING ACS OF SPECIAL CHEMICAL PLANTS PROCESSES

Abramov D.G., Zvol'skiy L.S., Kodolov A.V., Popov F.A.

*JSC «Federal Research & Production Center “ALTAI”», Biysk,
e-mail: pfa2004@mail.ru, abramov.biysk@gmail.com, ovtia.frpc@gmail.com*

Special features of developing APCS for modern special chemical plants are investigated in this paper. The influence of available potential hazard processes, being integral parts of these plants, on the structure of automated control systems and on the approaches to evaluate complex safety and security is shown. Most actual tendencies of developing these systems, including the problems and features of construction of intellectual and integrated ACS are presented and specified. The influence of more and more popular control intelligence on functions redistribution between generally accepted levels of classical hierarchic distributed control systems is described. The necessity of creating unique universal information platform providing the APCS integration of special chemical plant as a basis for building information automatic systems to control the enterprise is shown.

Keywords: automated control system, ACS, APCS, special chemistry, hazard processes, security, safety, information technologies

Производство специальных химических производств в настоящее время нашла широкое применение не только в оборонной технике, но и в народном хозяйстве. При этом основной отличительной особенностью их реализации, как правило, является наличие в производственном цикле хотя бы одного потенциально опасного технологического процесса (ТП). Такие процессы при определенных условиях способны выходить в аварийные режимы с последствиями различной степени тяжести, поэтому требуют к себе повышенного внимания с точки зрения обеспечения безопасности их протекания. В свою очередь причины возникновения аварийных ситуаций могут быть различными, начиная от отступлений от норм технологического регламента и выхода из строя технологического оборудования, и заканчивая отказами различных элементов систем управления.

Особенности потенциально опасных ТП спецхимии

Наиболее важной отличительной особенностью потенциально опасных ТП спецхимии от других процессов химической технологии является то, что они могут протекать как в режимах *нормального* и *предаварийного функционирования*, так и в режиме *аварийного функционирования*, при котором аварийное состояние (авария) еще не наступило, однако значения опасных технологических параметров находятся в зоне неустойчивости и продолжает накапливаться энергия, достаточная для разрушения технологического оборудования. В данном состоянии ТП уже не реагирует ни на какие управляющие воздействия и, как следствие, нет возможности вернуть его в регламентные границы. Предотвратить аварию можно только путем экстренной остановки или ликвидации процесса: прекратить подачу компонентов, выполнить сброс реакционной

массы в специальную емкость с нейтрализатором и др. [10].

Характер протекания потенциально опасного технологического процесса показан на рис. 1.

гидравлических, массообменных и тепловых процессов, протекающих в реакционных аппаратах, но и свойств системы управления процессом. Стоит отметить, что для некоторых типов потенциально опасных ТП

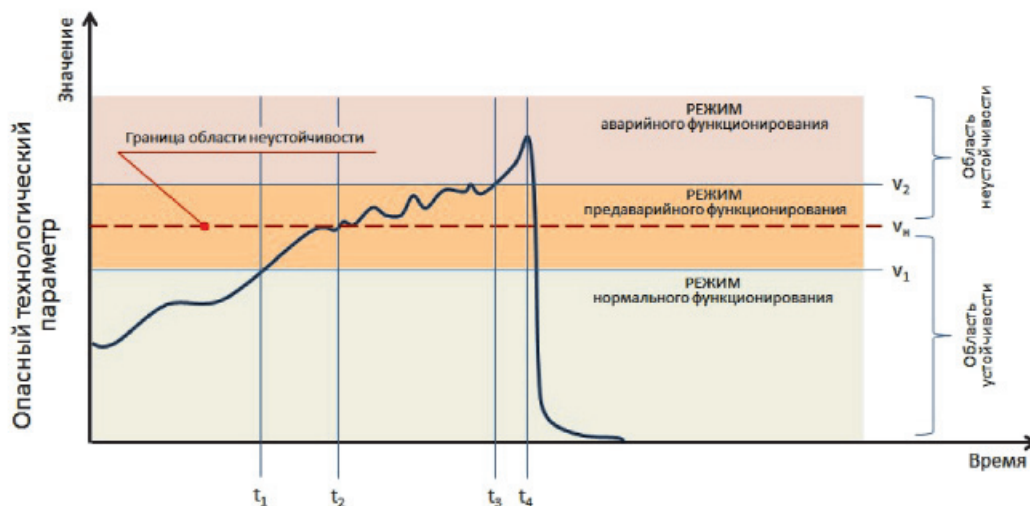


Рис. 1. Пример протекания потенциально опасного ТП

Как видно из рисунка, все множество значений опасного технологического параметра делится на две области: устойчивости и неустойчивости. При нахождении значений параметра в области устойчивости модель протекания переходных процессов в потенциально опасные ТП носит сходящийся характер. При этом, несмотря на то, что сами переходные процессы, возникающие под действием как управляющих воздействий, так и внешних возмущений могут проходить не только в аperiodическом, но и в колебательном режимах, опасный параметр с течением времени приходит в состояние равновесия и принимает установившееся значение. С другой стороны, при переходе потенциально опасного ТП в область неустойчивости (момент времени t_2) любое возмущение приводит к расходящемуся во времени переходному процессу и, как следствие, в ближайшей перспективе к возникновению аварийной ситуации. Поэтому факт приближения значения опасного технологического параметра к границе области неустойчивости свидетельствует о возникновении предаварийного режима функционирования потенциально опасного ТП.

Границы нормального (v_1) и аварийного (v_2) режимов функционирования потенциально опасного ТП определяются исходя из его статических и динамических характеристик, являющихся результатом комплексной оценки не только физико-химических, ги-

недопустим переход опасного технологического параметра в область неустойчивости, поскольку это сразу приводит к аварии, в таком случае граница режима аварийного функционирования выбирается таким образом, чтобы система защиты срабатывала заранее, не дожидаясь возникновения аварийной ситуации.

Надежность и безопасность такого рода процессов существенным образом обусловлены интенсивностью их протекания и снижаются по мере приближения к границе области неустойчивости значений опасных технологических параметров [4, 14]. В свою очередь, понижение текущего уровня безопасности обуславливает повышение вероятности возникновения предаварийных и аварийных состояний, что в итоге может привести к значительным экономическим потерям. При этом рассмотрение безопасности как допустимой опасности, количественной характеристикой которой (мерой) является риск, обеспечивает возможность соответствующих прогнозов и оценок.

К сожалению, реализация данной возможности осложняется рядом обстоятельств, наиболее важным из которых является наличие в ТП операций, управление которыми осуществляется непосредственно оператором в оперативном режиме. Например, при производстве крупногабаритных изделий из смесового композиционного материала наиболее ответственной из таких

операций является так называемая операция поддавливания, выполняемая на заключительном этапе слива подготовленной в смесителе массы методом свободного литья под действием сил гравитации в корпус с установленной внутри формообразующей оснасткой. Основная задача выполнения данной операции заключается в том, чтобы обеспечить нужное количество смеси внутри корпуса изделия, а результатом ошибок оператора является бракованное изделие, дефекты которого в дальнейшем практически невозможно устранить [4].

Стоит отметить, что в целом постановка проблемы повышения безопасности и безаварийности ведения технологических процессов на предприятиях спецхимии не является новой. Эти вопросы в прошлом неоднократно становились объектом исследований, по результатам которых были предложены подходы и методы проектирования, позволяющие уменьшать вероятность возникновения аварийных ситуаций [10].

Одним из таких подходов является переход от периодического потенциально опасного ТП к непрерывному. При этом снижение опасности достигается за счет следующих факторов: объемы реакторов непрерывного действия, как правило, в несколько раз меньше объемов реакторов периодического действия при их равной производительности; снижается количество опасных ситуаций, связанных с остановом и запуском производства; технологические параметры поддерживаются постоянными, что упрощает процедуру управления процессом. К числу основных недостатков данного подхода относится тот факт, что его реализация требует не только значительных материальных и финансовых затрат на техническое перевооружение и реконструкцию объектов капитального строительства, но и проведения предварительных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных, по сути, на создание новой технологии.

При наличии отлаженного действующего производства спецхимии, основанного на использовании периодических потенциально опасных ТП, достижение требуемого уровня безопасности обеспечивается как совершенствованием методов проектирования соответствующих АСУ, так и реализуемых ими методов управления [4].

Комплекс средств автоматизации, применяемый при создании АСУ потенциально опасными ТП спецхимии, как правило, имеет повышенные показатели надежности: среднее время наработки до отказа (наработки на отказ), вероятность безотказного выполнения функции управления и защи-

ты, интенсивность отказов и т.д. При этом высокая скорость развития предаварийного и аварийного состояний при протекании таких процессов предъявляет жесткие требования к инерционным характеристикам датчиков и исполнительных механизмов, используемых в АСУТП, а также к вычислительным возможностям основных, резервных и вспомогательных контроллеров управления.

В структуру АСУ помимо стандартных контуров управления в обязательном порядке включаются контуры и подсистемы автоматической защиты, обеспечивающие контроль и идентификацию предаварийных состояний и соответствующее оперативное воздействие на процесс с целью возвращения его в рабочий режим функционирования. При этом в зависимости от требований к общему уровню безопасности ТП функции защиты могут быть интегрированы в рамках отдельной подсистемы противоаварийной защиты (ПАЗ), что позволяет как упростить процесс создания АСУ в целом, так и повысить ее отказоустойчивость [4, 15].

В идеальном варианте подсистема ПАЗ работает как независимая система и, следовательно, имеет доступ ко всем управляемым элементам оборудования, определяющим и влияющим на безопасность протекания ТП, по «своим» независимым контурам управления, что требует создания в конструкциях аппаратов и инженерных коммуникациях дублируемых контуров управления, включая все сенсорные устройства измерения технологических параметров.

В случае, когда АСУ ТП создаются для существующей аппаратно-технологической схемы производства, где используются конструкции аппаратов, не учитывающие особенностей построения системы ПАЗ, функции противоаварийной защиты встраиваются в основную систему управления и работают параллельно с ней в соответствии с предписаниями технологического регламента.

В первом варианте процесс проектирования системы ПАЗ упрощается, но аппаратно-технологическая схема усложняется за счет усложнения конструкций аппаратов, инженерных коммуникаций и дополнительных единиц технологического оборудования, а также дублирования контуров управления и контроля основных технологических параметров. Программные алгоритмы работы системы строятся таким образом, что при обнаружении системой ПАЗ в результате комплексного анализа динамики изменения основных технологических параметров, возникновения предаварийной

или аварийной ситуации она берет на себя функции управления производственным процессом и самостоятельно управляет всеми техническими, технологическими и системотехническими ресурсами, для выполнения своих функций защиты. После выполнения функций ПАЗ управление может передаваться обратно АСУТП, если есть возможность продолжить ТП, иначе процесс прекращается до выяснения и устранения причин, повлекших за собой возникновение аварийной ситуации.

Во втором случае дублируются только наиболее ответственные функции контроля и управления, отдельные, наиболее критичные контуры управления технологическим оборудованием, но усложняется процесс проектирования и реализации АСУ в целом.

Вопросы оценки надежности АСУТП производств спецхимии

Вопросы определения надежности АСУ потенциально опасными ТП как структурно сложных систем традиционно базируются на функциональном подходе, позволяющем значительно упростить саму процедуру вычисления показателей надежности, обеспечивающем акцентирование внимания разработчика на оценке надежности наиболее критичных и важных узлов системы. Как правило, для каждой функции АСУ потенциально опасным ТП описываются характеристики безотказности и ремонтпригодности. При этом, если каждой функции свойственны несколько видов отказов, имеющих различные причины или значительно отличающихся по последствиям, то такие

отказы рассматриваются отдельно. Сами методы достижения заданных параметров надежности на этапе их априорной оценки для подобного рода систем основаны на использовании различного рода моделей, в т.ч. структурных и логико-вероятностных. Выбор того или иного метода зависит от вида характеристик надежности входящих в систему элементов и их взаимосвязи внутри системы [3, 13, 15].

При этом уровень надежности АСУТП зависит от следующих основных факторов:

- состава, структуры и условий эксплуатации комплекса технических средств;
- качества программного обеспечения системы управления, степени его адекватности потенциально опасному ТП;
- организационной структуры и содержания задач оперативного и обслуживающего персонала, а также уровня его профессиональной подготовки.

Соответственно, на первый план выступают проблемы комплексной оценки надежности рассматриваемых АСУ, проводимой с учетом следующих особенностей их эксплуатации:

- строгое соблюдение графика проведения технического (профилактического) обслуживания элементов системы управления;
- жесткое ограничение срока эксплуатации каждого отдельно взятого элемента системы управления, с заменой его новым, не бывшим в эксплуатации элементом при достижении установленной наработки.

Пример обобщенной модели технического обслуживания АСУТП представлен на рис. 2.

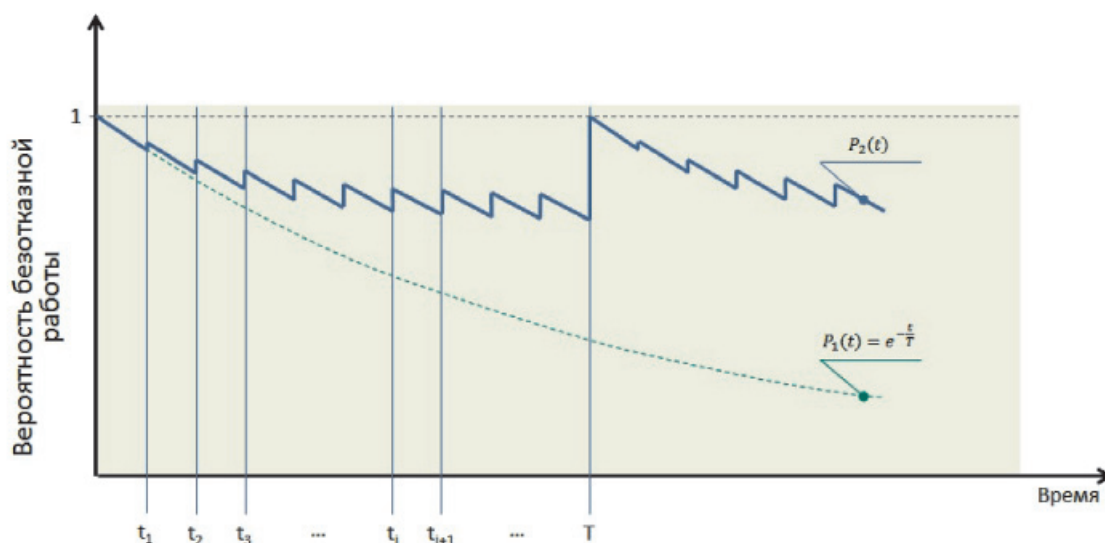


Рис. 2. Модель технического обслуживания потенциально опасного ТП

Функция $P_1(t)$ описывает в общем виде вероятность безотказного выполнения какой-либо условно взятой функции системы, для элементов которой не проводятся профилактические и восстановительные работы в процессе эксплуатации. Для технических систем функция вероятности безотказной работы, как правило, носит экспоненциальный характер [3]:

$$P_1(t) = e^{-\frac{t}{T}},$$

где T – среднее время наработки до отказа (априорная оценка).

Функция $P_2(t)$ представляет собой результат реализации описанной выше стратегии обслуживания АСУ потенциально опасным процессом. Проведение технического (профилактического) обслуживания проводится периодически (моменты времени t_1, t_2 и т.д.) и приводит к частичному восстановлению свойств надежности системы. При этом степень восстановления зависит от доли проверяемого оборудования в общем количестве элементов системы, от которых зависит надежность выполнения данной функции. При достижении фактического времени наработки системы значения T выполняется полная замена элементов, обеспечивающих возможность выполнения рассматриваемой функции, что приводит к полному восстановлению характеристик надежности.

Актуальные направления развития АСУ для производств спецхимии

В соответствии с вышеизложенным является очевидным, что главной задачей при создании АСУ такого рода технологическим процессом является нахождение такого варианта их построения и эксплуатации, который обеспечивал бы достижение заданного значения риска с минимальными финансовыми затратами.

Разрешению данной задачи способствует совершенствование процессов проектирования соответствующих систем управления с применением методов информационной и интеллектуальной поддержки, а также моделирования, что в значительной мере обуславливает актуальность их детальных исследований в контексте рассматриваемой проблемы [1, 7].

Крайне актуальной является минимизация человеческого фактора при управлении ТП, что достигается как созданием соответствующих тренажеров и пользовательских интерфейсов, так и применением интеллектуальных методов автоматизированного управления при выполнении наиболее ответственных, плохо алгоритмизируемых операций

управления. Последнее при построении систем управления в совокупности с адекватной моделью функционирования потенциально опасного ТП и возможностью создания обширной базы знаний позволяет решать задачи по созданию мультикритериальных адаптивных систем управления по комплексным технико-экономическим параметрам в рамках производств спецхимии [2, 11].

Для исполнительных механизмов интеллектуальность в первую очередь будет заключаться в наличии встроенных блоков автоматического регулирования, исключая участие центрального контроллера в процессе поддержания регулируемого параметра, а также систем самодиагностики и прогнозирования износа оборудования.

В итоге такой «интеллектуальный» подход неизменно приводит к перераспределению функций, решаемых на различных уровнях иерархии систем управления потенциально опасными ТП. Приборы и устройства нижнего уровня, равно как и исполнительные механизмы, начинают решать задачи по первичной обработке информации, которые обычно являлись частью функционала контроллеров управления. Это позволяет в значительной степени высвободить вычислительные ресурсы контроллеров для решения сложных и объемных задач моделирования в реальном времени, что несомненно повышает эффективность управления потенциально опасным ТП [8].

В своей основе производство спецхимии – сложный комплекс, представляющий собой последовательность из нескольких ТП (в том числе и потенциально опасных), каждый из которых зачастую представляет собой отдельный объект управления со своей АСУ, технологическими регламентами, обслуживающим персоналом и т.д. Это приводит к тому, что при такой территориально-распределенной структуре в условиях высокой интенсивности производства сложно:

- оперативно проводить единую управленческую политику, направленную на поиск и определение режимов работы технологических фаз, обеспечивающих оптимальное изготовление продукции в реальном масштабе времени в рамках всего производственного цикла, а не локального максимума производительности отдельно взятого участка;

- эффективно решать вопросы среднесрочного управления и планирования, поскольку практически отсутствует возможность реализации подсистем комплексного анализа динамики изменения текущих параметров производства в целом.

Соответственно, актуальной является интеграция локальных систем управления отдельными фазами ТП в рамках комплексных АСУТП (горизонтальная интеграция), с последующим объединением последних с АСУ более высоких уровней (вертикальная интеграция) [4].

На практике это сводится к решению следующих задач:

- построение единого информационного пространства производства на основе использования информационно-вычислительной сети;
- построение единой технологической базы данных реального времени о ходе технологических процессов;
- модернизация математических моделей, используемых в АСУТП каждой фазы производства, в целях унификации интерфейсов взаимодействия с другими системами, поскольку, как правило, они отличаются друг от друга структурами массивов обрабатываемых данных.

Как результат построения интегрированных АСУ потенциально опасными ТП является создание универсальной платформы для эффективной реализации информационных автоматизированных систем управления предприятием, систем поддержки принятия решений, систем планирования использования производственных ресурсов и т.д.

Кроме того, для научно-производственных объединений, где одно и то же производство используется как для выпуска серийных изделий, так и для изготовления опытных образцов вновь создаваемой продукции, особую значимость приобретает объединение АСУ на основе использования технологий информационной поддержки жизненного цикла изделий (CALS-технологий) в рамках единого информационного пространства предприятия в соответствии с формулой <НИР> <ПРОЕКТИРОВАНИЕ> <ИЗГОТОВЛЕНИЕ> <ОТРАБОТКА> [4, 9].

В заключение необходимо отметить, что перечисленные направления работ в полной мере реализуются в АО «Федеральный научно-производственный центр «Алтай»», специализирующемся на создании изделий специальной химии с середины прошлого века. При этом в течение всего периода существования предприятия работы выполнялись с максимальным использованием как отечественного оборудования и программных средств, так и собственных разработок [5, 6, 11, 12]. В настоящее время данный подход при реализации систем управления является

основным, что вполне согласуется с требованиями времени, но требует дополнительных исследований и решений.

Список литературы

1. Абрамов Д.Г., Кодолов А.В., Попов Ф.А. Система противоаварийной защиты процесса кассетного формования малогабаритных изделий из смесового композиционного материала // Компьютерные измерительные технологии: международный симпозиум. – М., 2015. – С. 38–40.
2. Васильев С.Н. От классических задач регулирования к интеллектуальному управлению // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2001. – № 1–2.
3. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных систем. – М.: Энергия, 1977. – 536 с.
4. Жарков А.С., Звольский Л.С., Литвинов А.В., Попов Ф.А. Проблемы создания интегрированных АСУ для производств спецхимии и пути их решения. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2014. – 266 с.
5. Жарков А.С., Потапов М.Г., Звольский Л.С. Современная автоматизированная система управления взрывоопасным технологическим процессом // СТА: современные технологии автоматизации. – 2001. – № 1. – С. 43–46.
6. Звольский Л.С. Логическое резервирование в системах промышленной автоматизации // Вестник ТГУ. – 2007. – № 298. – С. 47–49.
7. Звольский Л.С., Попов Ф.А. Компьютерное моделирование процессов инженерной деятельности при создании систем промышленной автоматизации // Вестник ТГУ. – 2007. – № 300. – С. 134–137.
8. Ицкович Э.Л. Интеллектуальность средств и систем автоматизации // Автоматизация в промышленности. – 2006. – № 6. – С. 3–8.
9. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с.
10. Обновленский П.А., Мусяков Л.А., Чельцов А.В. Системы защиты потенциально опасных процессов химической технологии. – Л.: Химия, 1978. – 224 с.
11. Попов Ф.А. Проблемы интеллектуализации пользовательских интерфейсов информационных систем // Ползуновский вестник. – 2004. – № 3. – С. 99–103.
12. Попов Ф.А., Жарков А.С., Филиппов С.А. Диалоговая система для программирования микропроцессорных управляющих устройств на основе КТС ЛИУС-2 // ППО. – 1986. – № 5. – С. 25–70.
13. Смилянский Г.Н., Амлинский Л.З., Баранов В.Я., Барилюк А.Е. Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими процессами. – М.: Машиностроение, 1983. – 527 с.
14. Тюрин О.Г., Кальницкий В.С., Жегров Е.Ф. Управление потенциально опасными технологиями. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 288 с.
15. Федоров Ю.Н. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств. В 2-х томах. Методология. Т. 1. – М.: СИНТЕГ, 2006. – 720 с.

References

1. Abramov D.G., Kodolov A.V., Popov F.A. Sistema protivovariyной zashchity protsessа kassetnogo formovaniya malogabaritnykh izdeliy iz smesevogo kompozitsionnogo materiala // Mezhdunarodnyy simpozium «Komp'yuternye izmeritelnye tekhnologii». Moskva. 2015. pp. 38–40.
2. Vasilev S.N. Ot klassicheskikh zadach regulirovaniya k intellektnomu upravleniyu // Izvestiya RAN. Teoriya i sistemy upravleniya. 2001. no. 1–2.
3. Druzhinin G.V. Nadezhnost avtomatizirovannykh sistem. M.: Energiya. 1977. 536 p.

4. Zharkov A.S., Zvol'skiy L.S., Litvinov A.V., Popov F.A. Problemy sozdaniya integrirovannykh ASU dlya proizvodstv spetskhemii i puti ikh resheniya. B'y'sk: Izd-vo Alt. gos. tekhn. un-ta. 2014. 266 p.
5. Zharkov A.S., Potapov M.G., Zvol'skiy L.S. Sovremennaya avtomatizirovannaya sistema upravleniya vzryvoopasnym tekhnologicheskim protsessom // STA: sovremennye tekhnologii avtomatizatsii. January 2001. no. 1. pp. 43–46.
6. Zvol'skiy L.S. Logicheskoe rezervirovanie v sistemakh promyshlennoy avtomatizatsii // Vestnik TGU, no. 298, 2007. pp. 47–49.
7. Zvol'skiy L.S., Popov F.A. Kompyuternoe modelirovanie protsessov inzhenernoy deyatel'nosti pri sozdanii sistem promyshlennoy avtomatizatsii // Vestnik TGU, no. 300, 2007. pp. 134–137.
8. Itskovich E.L. Intellektual'nost sredstv i sistem avtomatizatsii // Avtomatizatsiya v promyshlennosti. 2006. no. 6. pp. 3–8.
9. Norenkov I.P., Kuzmik P.K. Informatsionnaya podderzhka naukoemkikh izdeliy. CALS-tekhnologii. M.: Bauman Moscow State Technical University, 2002. 320 p.
10. Obnovlenskiy P.A., Musyakov L.A., Cheltsov A.V. Sistemy zaschity potentsialno opasnykh protsessov khimicheskoy tekhnologii. L.: Khimiya, 1978. 224 p.
11. Popov F.A. Problemy intellektualizatsii polzovatel'skikh interfeysov informatsionnykh sistem // Nauchno-tekhnicheskii sbornik «Polzunovskiy vestnik», no. 3, 2004. pp. 99–103.
12. Popov F.A., Zharkov A.S., Filippov S.A. Dialogovaya sistema dlya programmirovaniya mikroprotsessornykh upravlyayuschikh ustroystv na osnove KTS LIUS-2 // PPO. 1986. no. 5. pp. 25–70.
13. Smilyanskiy G.N., Amlinskiy L.Z., Baranov V.Y., Bari'lyuk A.E. Spravochnik proektirovshchika avtomatizirovannykh sistem upravleniya tekhnologicheskimi protsessami. M.: Mashinostroyeniye, 1983. 527 p.
14. Tyurin O.G., Kalnitskiy V.S., Zhegrov E.F. Upravlenie potentsialno opasnymi tekhnologiyami. M.: Infra-Inzheneriya, 2011. 288 p.
15. Fedorov Y.N. Osnovy postroyeniya ASUTP vzryvoopasnykh proizvodstv. V 2-kh tomakh. Metodologiya. T. 1. M.: SINTEG, 2006. 720 p.

Рецензенты:

Карих В.П., д.т.н., начальник лаборатории АО «Федеральный научно-производственный центр “Алтай”», г. Бийск;

Галенко Ю.А., д.ф-м.н., профессор, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Бийск.