

В настоящее время при проектировании циклонных нагревательных печей единственным критерием оптимальности выбора режимных и геометрических параметров служит стоимость нагрева, которая является интегральным параметром и учитывает расходы топлива и электроэнергии, капитальные, амортизационные, эксплуатационные и другие затраты. Вследствие этого, достаточно сложно на основе каких-либо методов оценки аэродинамической или энергетической эффективности предложить оптимальную конструкцию печи. При выборе величины коэффициента внешней рециркуляции следует учитывать назначение циклонного рециркуляционного устройства [5]. Для рециркуляционных печей при термообработке изделий в виде пустотелого цилиндра в большинстве случаев рекомендуется принимать k_c в диапазоне $k_c=0,30...0,45$, но не более чем k_c^{opt} , поскольку при этом устраняются осевой обратный ток и периферийный прямой вихрь, а также обеспечивается оптимальное соотношение уровней аэродинамического сопротивления и интенсивности конвективного теплообмена.

Выводы:

1. Использование предложенного типа внешней рециркуляции газов повышает эффективность циклонного нагревательного устройства за счет увеличения затрат энергии на создание крутки потока, уменьшения потерь давления на выходе и снижения общего аэродинамического сопротивления при незначительном изменении интенсивности конвективного теплообмена на поверхностях изделия.
2. Получены обобщающие зависимости для расчета оптимальных значений коэффициента внешней рециркуляции k_c при загрузке циклонного устройства пустотелым цилиндром.

Литература

1. Бадеев, Е. Д. Исследование аэродинамической структуры газового потока в циклонной камере / Е. Д. Бадеев, Ю.В. Троянkin // Теплоэнергетика. – 1967. – №1. – С. 63–65.
2. Загоскин, А. А. О численном моделировании аэродинамики циклонных устройств / А. А. Загоскин, С. В. Карпов, Э. Н. Сабуров // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2014. – № 1(54). – С. 13–18.
3. Загоскин, А. А. Физическое и численное моделирование аэродинамики и конвективного теплообмена в циклонных рециркуляционных устройствах / А. А. Загоскин, С. В. Карпов // Тезисы VI Российской национальной конференции по теплообмену: в 3 т. (Москва, 27–31 октября 2014 г.). Т. 3. – М., 2014. – С. 46–48.
4. Загоскин, А. А. Экспериментальное исследование конвективного теплообмена пустотелого цилиндра в циклонном рециркуляционном устройстве / А. А. Загоскин, С. В. Карпов // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2015. – №2(63). – С. 9–14.
5. Карпов, С. В. Аэродинамика и конвективный теплообмен в циклонных нагревательных устройствах с внешней рециркуляцией газов / С. В. Карпов, А. А. Загоскин // Научно-технический прогресс в черной металлургии: Материалы II Международной научно-технической конференции (г. Череповец, 7–9 октября 2015 г.). – Череповец, 2015. – С. 305–308.
6. Карпов, С. В. Аэродинамическая эффективность циклонных устройств и методы ее повышения / С. В. Карпов, Э. Н. Сабуров // Изв. вузов. Энергетика. – 1997. – № 1–2. – С. 58–63.
7. Карпов, С. В. Высокоэффективные циклонные устройства для очистки и теплового использования газовых выбросов / С. В. Карпов, Э. Н. Сабуров. – Архангельск, 2002.
8. Карпов, С. В. К методике аэродинамического расчета циклонных устройств с внешней рециркуляцией газов / С. В. Карпов, А. А. Загоскин // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2014. – №3(56) – С. 8–12.
9. Сабуров, Э. Н. Исследование энерготехнологических характеристик циклонных и электроциклонных сепараторов / [Э. Н. Сабуров и др.] // Изв. вузов. Энергетика. – 2000. – № 3. – С. 49–59.
10. Сабуров, Э. Н. Циклонные нагревательные устройства с интенсифицированным конвективным теплообменом / Э.Н. Сабуров. – Архангельск, 1995.

УДК 66

И. Г. Кораблев

ООО «ДАТА-ЦЕНТР Автоматика»

ОЦЕНКА УРОВНЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье предлагается простая методика анализа операций для производственных предприятий. В качестве формализованной числовой оценки степени автоматизации отдельных операций предлагается использование шкалы, предложенной Т. Шериданом (Массачусетский технологический университет).

Уровень, автоматизация, оценка, операция, бизнес-процесс.

The article deals with simple business process evaluation method for manufacturing companies. The scale offered by T. Sheridan (Massachusetts University of Technology) is suggested to be used as means of explicit numerical evaluation for automation degree of single working operations.

Level, automation, evaluation, working operation, business-process.

Введение

Статья призвана дать руководителям и ИТ-менеджерам понятный и простой инструмент для оценки уровня автоматизации бизнес-процессов предприятий как одного из способов поиска узких мест, способов оценки новых проектных решений.

К написанию статьи подтолкнула практика внедрения систем MES на российских предприятиях. Российский Заказчик автоматизированных систем в основной массе не подготовлен к полному пониманию возможностей автоматизации. Вендоры, в своем большинстве, не обладают или не предоставляют Заказчикам какой-либо законченной концепции, а лишь в лучшем случае инертно автоматизируют то, что прописано в технических заданиях Заказчиком. Российских стандартов или ГОСТов, по которым можно было бы уверенно оценить степень и качество проектных решений или оценить действующую систему автоматизации, на сегодняшний день нет. Это открывает широкий простор для манипуляций. Обычно на этапе обследования или на тендере сравнение предлагаемых инженерных решений идет с применением терминов «лучше», «быстрее», «меньше», «больше». Зачастую решения о выборе автоматизированной системы принимаются на интуитивном уровне, а не на основании сравнительных характеристик предлагаемых программных продуктов. Числовые или, более точно, формальные методы оценки применяются крайне редко.

В настоящий момент пока нет общепризнанных мировых стандартов для оценки уровней автоматизации того или иного процесса, той или иной автоматизированной системы. Несколько независимыми группами разрабатываются методологии проектирования, разработки и обучения интеллектуальных автоматизированных систем. Выделяются такие сущности, как автономность, независимость от оператора, адаптивность систем, обучаемость, интеллектуальность.

Для планировании производства в машиностроении «ручные» операции особо выделяются в технологических картах, но этот подход не захватывает все, например, вспомогательные производственные процессы. В работе [2] уровень степени автоматизации переопределен как уровень автономности системы Levels of Autonomy или Autonomy Levels for Unmanned Systems (ALFUS), показан комплексный расчет ALFUS для системы в целом. В стандарте [4] приведена методика оценки уровня взаимодействия Level of Interaction (LOI) для автономных роботизированных комплексов стран НАТО, что также не удовлетворяет потребности в анализе производственных процессов. Для практических целей предлагается использовать простейшую шкалу оценки Levels of Automation Шеридана и Вепланка [3].

Новизной данной статьи является предложение по использованию простых и легко применимых критериев уровня автоматизации в наложении на существующие или проектируемые производственные бизнес-процессы в общепринятых нотификациях (IDEF0).

Основная часть

Измерение уровня автоматизации с использованием шкалы оценки. Обычно, в первую очередь, экспертами Заказчика рассматривается функциональность автоматизированной системы, и это, безусловно, самое важное. Основные классы внедряемых в последние годы систем – ERP, APS, MES. Данные системы покрывают практически весь спектр типовой функциональности предприятия. После оценки ключевых функций требуется оценка эффективности предлагаемых решений. Здесь, как критерий оценки предлагаемого решения, может использоваться оценка уровня автоматизации.

В российской практике обычно для оценки уровня автоматизации активно используются два термина: «автоматический» и «ручной». «Ручной» режим характеризуется тем, что человек сам, во-первых, принимает решение о выполнении операции и, во-вторых, сам выполняет операцию, без компьютера или машины. В противовес ручному, «автоматический» режим – это 100 % принятие решения и выполнение операций компьютером или машиной без вмешательства человека. Иногда используется термин «автоматизированный» (или «полуавтоматический»), подразумевающий наличие средств автоматизации, но обязательно требующий присутствия человека.

Перечисленные термины не дают полного представления о том, как именно выполняется та или иная существующая или предлагаемая к автоматизации функция, и как оценить уровень автоматизации в числовом выражении.

В 1978 г. Т. Шеридан и В. Вепланк (Массачусетский технологический институт) [3] предложили свою систему оценки степени автоматизации (табл. 1) в зависимости от того, кто и как принимает решение и выполняет операцию: человек или машина. Уровень автоматизации Levels of Automation (LOA) – это формализованная, выраженная числом степень роботизации выполняемых операций или, по-другому, независимость автоматизированного комплекса от человека. Каждая операция по Шеридану и Вепланку может выполняться в абсолютно ручном режиме человеком – степень автоматизации «1» или полностью автоматически компьютером (роботизированный режим), без участия человека – степень автоматизации «10». Промежуточные степени автоматизации оцениваются от 1 до 10.

Идею Т. Шеридана и В. Вепланка можно детализировать в виде стадий по каждой операции, выполняемых компьютером (С – computer) или человеком (Н – human) (см. табл. 2).

Стоит заметить, что для стадии выполнения операции компьютером в автоматизированной системе должны присутствовать управляемые исполнительные механизмы: гидропривод, электропривод, звуковая сигнализация и т. п. Операции со степенью автоматизации от уровня 6 и выше могут выполняться без участия человека. Далее приводится, собственно, методика численной и графической оценки бизнес-процессов предприятия.

Таблица 1

Шкала уровней автоматизации Шеридана и Вепланка

Уровень автоматизации (LOA)	Описание
1	Компьютер не предлагает помощь: человек должен принимать все решения и выполнять все действия сам
2	Компьютер предлагает человеку полный набор решений /действий, альтернативы (пример – работа с электронным справочником)
3	Компьютер предлагает полный набор решений /действий, альтернативы и сужает выбор до нескольких вариантов
4	Компьютер предлагает одну альтернативу
5	Компьютер предлагает одну альтернативу и автоматически выполняет это предложение, если человек соглашается
6	Компьютер предлагает одну альтернативу и выполняет это предложение, если человек в течение ограниченного времени не накладывает вето на автоматическое выполнение операции
7	Компьютер выполняет операции автоматически, обязательно информируя человека
8	Компьютер выполняет операции автоматически и информирует человека, только если компьютер «спросит»
9	Компьютер выполняет операции автоматически и информирует человека, только если он (компьютер) решит
10	Компьютер решает все и действует автономно, не обращая внимания на человека

Таблица 2

Шкала уровней автоматизации с детализацией стадий операций

Уровень автоматизации (LOA)	Стадии операции						
	Сбор и хранение данных	Выбор вариантов решений	Сужение выбора решений до одного	Выполнение операции	Разрешение на выполнение операции	Решение об информировании человека	Информирование человека
1	Н	Н	Н	Н	Н	-	-
2	С	Н	Н	Н	Н	-	-
3	С	С	Н	Н	Н	-	-
4	С	С	С	Н	Н	-	-
5	С	С	С	С	Н	-	да
6	С	С	С	С	Н(t)	-	да
7	С	С	С	С	С	-	да
8	С	С	С	С	С	Н	да
9	С	С	С	С	С	С	да
10	С	С	С	С	С	-	нет

В таблице обозначены:

С – computer, стадия выполняется компьютером; Н – human, стадия выполняется человеком; Н(t) – человеку предоставляется возможность отменить операцию в течение некоторого времени.

Методика поиска узких мест бизнес-процессов.

Анализ процессов может состоять из нескольких шагов:

Шаг 1. Разбиение бизнес-процесса на элементарные операции, выполняемые персоналом и/или компьютером.

Любой бизнес-процесс можно рассматривать как последовательные цепочки операций. Для анализа

процессов строятся диаграммы, например, в виде простейшего формата IDEF0, как это показано в примере на рис. 1. Операции условно обозначены как «Операция 1», «Операция 2» и т. д. Описать существующие или планируемые к внедрению бизнес-процессы предприятия в предлагаемом виде может практически любой специалист в области информационных технологий.

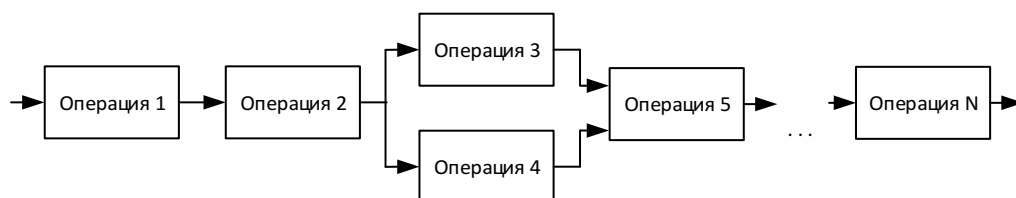


Рис. 1. Представление бизнес-процесса в виде операций

Уровень детализации операций и подопераций должен позволить однозначно оценить каждое действие по шкале Шеридана – Вепланка от 1 до 10. Если процесс будет рассматриваться слишком укрупненно, то это может вызывать затруднения при дальнейшей оценке LOA.

Шаг 2. Проставление в баллах уровня автоматизации (LOA) для каждой отдельной операции, анализ цепочек операций в целом.

По вышеприведенным критериям табл. 1 производится оценка каждой операции, для каждой операции проставляется значение LOA, как показано на рис. 2. Уровень автоматизации проставляется в виде записи «LOA=K», где K – численное выражение LOA.

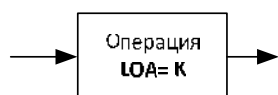


Рис. 2. Оценка уровня автоматизации отдельной операции

Для четкого визуального разделения операций с различным уровнем автоматизации можно выделить цветом, как показано на рис. 3:

- операции с LOA>6, автоматические – белым, без выделения;
- операции с LOA=6, автоматические, требующие контроля человеком – серым;
- операции с LOA<6, ручные, выполняет человек – темным.

Далее, в качестве примера, показаны три возможных варианта бизнес-процессов. Цепочка операций, выполняемая автоматически, без участия человека показана на рис. 4.

Из рис. 4 наглядно видно, что без участия человека могут выполняться не только отдельные опера-

ции, но и непрерывные цепочки последовательных операций с LOA>5. Если в цепочке будет хотя бы одна «ручная» операция со степенью автоматизации LOA<6 – такая последовательность не сможет выполняться автоматически, и процесс будет останавливаться в точке, требующей участия человека.

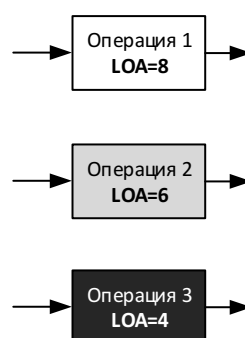


Рис. 3. Численное и цветное выделение операций

Цепочка операций, выполняемая автоматически, но требующая контроля со стороны человека, приведена на рис. 5. В приведенном примере операция 5 имеет степень автоматизации LOA = 6. Например, операция 5 может быть выводом на монитор аварийных или предупреждающих сообщений, в результате которых человек может или должен принять корректирующие действия. Если человек не примет никаких решений, в рамках операции 5 будет выполнено действие по тайм-ауту, запрограммированное системой по умолчанию.

Цепочка операций, выполняемая только в присутствии человека, приведена на рис. 6. В приведенном примере выполняются человеком, в ручном режиме, операции 2, 3, 5.

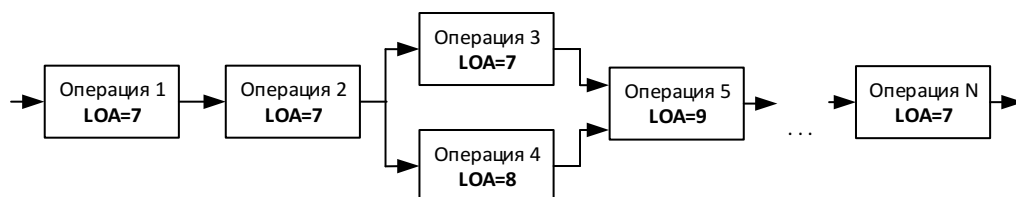


Рис. 4. Цепочка операций, выполняемая автоматически

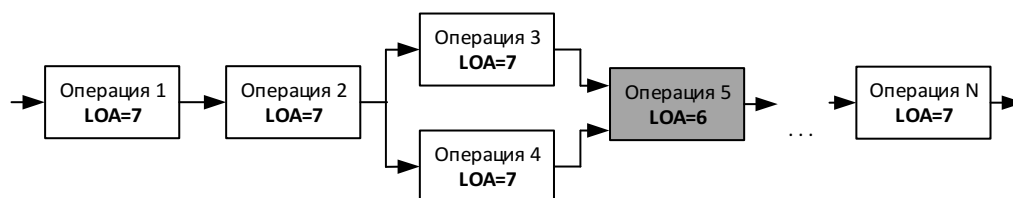


Рис. 5. Цепочка операций, требующая контроля со стороны человека

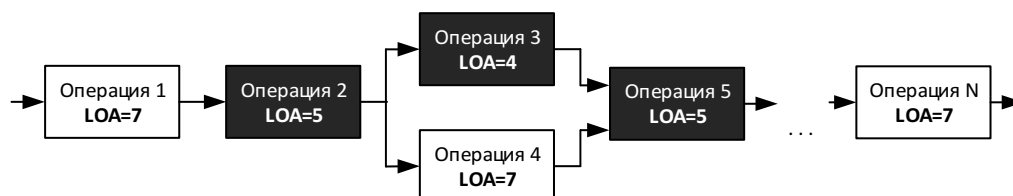


Рис. 6. Цепочка операций, требующая выполнения действий со стороны человека

Шаг 3. Анализ.

Автоматизация имеет практический смысл, если новый проект сокращает количество имеющихся «ручных» операций либо повышает LOA уже существующих операций. Снижение LOA или появление новых операций с уровнем автоматизации ниже «б» должно сигнализировать о потребностях в новом персонале для новой системы и/или в увеличении нагрузки на существующий персонал.

Многие проекты заканчивались неудачно как только оказывалось, что для реальной работы автоматизированной системы будет требоваться, например, дополнительный ручной ввод с существенным увеличением трудозатрат. При отсутствии должной проработки плана автоматизации заказчик сталкивается с подобными проблемами только на финише проекта, в момент промышленной эксплуатации новой системы.

Рассмотрим пример по оценке уровня автоматизации. Пусть имеется контрольно-пропускной пункт. На контрольно-пропускном пункте в одну смену работает один охранник, всего в круглосуточном режиме требуется 4 человека. Операции, выполняемые человеком: получение товаросопроводительных документов, чтение регистрационного номера на автомобиле, поиск номера автомобиля в бумажном журнале или поиск заявок – разрешений на проезд, открытие шлагбаума для проезда, фиксация в журнале регистрации въезда автомобиля, фиксация выезда автомобиля. Пусть все операции в приведенном процессе «ручные», с уровнем автоматизации LOA=1.

Допустим, для описанного пропускного пункта предлагается к внедрению система видео распознавания номеров и контроля транспорта. Проверка и разрешение на проезд транспорта будут осуществляться автоматически, по электронным пропускам, с LOA=8. Персонал при этом не потребует. Результатом предлагаемого в примере проекта может являться полное сокращение персонала и, как следствие, существенное снижение издержек по контролю проезда через контрольный пункт автотранспорта. Первоначальный максимальный уровень LOA в дан-

ном примере – 1. Минимальный уровень автоматизации в результате внедрения проекта – 8.

Методика оценки LOA для операций, выполняемых человеком или компьютером. Для предприятий, уже имеющих автоматизированные системы может использоваться простой, но эффективный способ автоматической оценки и контроля уровня автоматизации уже существующих систем. Как и в предыдущем методе, первым шагом требуется детализация и формализация существующих процессов. Каждая операция должна получить свой номер и должна быть формально описана.

Одни и те же операции могут выполняться «вручную» или «автоматически»: человеком или компьютером. В нотификации IDEF0 выполнение одной и той же операции человеком или компьютером графически будет выглядеть, как показано на рис. 7.

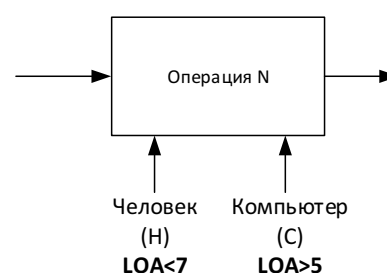


Рис. 7. Выполнение операции человеком или компьютером

Суть методики достаточно проста и состоит в логировании каждой выполняемой операции в автоматизированной системе в едином производственном журнале с фиксацией LOA. Ведение подобного журнала позволит четко делить, кто выполнял ту или иную операцию, в каком режиме выполнялась операция: автоматически (LOA>5) и в ручном режиме (LOA<6).

В журнале должны фиксироваться записи, включающие:

- дату и время;
- номер операции;
- комментарий к операции;
- кто выполнил операцию: оператор или компьютер (АСУ);
- LOA данной операции.

Авторизация позволяет вести персонифицированный учет ручных операций, моменты вмешательства человека в производственный процесс.

Ручные операции, производимые человеком, могут быть расценены как регламентированные или

аварийные. В качестве примера использования приведенной методики в табл. 3 показан журнал реальной промышленной системы автоматизации, темным цветом выделены ручные операции с LOA<6.

Анализ и агрегирование операций по их типу для действующей автоматизированной системы приведен в табл. 4. Таблица построена на основе реальных данных и позволяет четко увидеть все «ручные» операции (выделены темным), производимые в АСУ человеком.

Таблица 3

Пример журнала операций с фиксацией LOA

Дата, время	Номер операции	Комментарий к операции	Исполнитель	LOA
07.07.2015 8:26	17	В ТУ Весы вошла ЕУ 24854.3 плавка: 154522	АСУ AS	7
07.07.2015 8:24	21	Из ТУ Разматыватель вышла ЕУ 24854.3 плавка: 154522	АСУ AS	7
07.07.2015 7:58	155	ЕУ 24854.3 плавка:154522 задана в агрегат не во входной ТУ	АСУ AS	7
07.07.2015 7:58	155	ЕУ 24854.3 плавка:154522 задана в агрегат не во входной ТУ	АСУ AS	7
07.07.2015 7:58	155	ЕУ 24854.3 плавка:154522 задана в агрегат не во входной ТУ	АСУ AS	7
07.07.2015 7:57	41	Изменение очереди заданий	A.Ivanov	3
07.07.2015 7:57	41	Изменение очереди заданий	A.Ivanov	3
07.07.2015 7:57	41	Изменение очереди заданий	A.Ivanov	3
07.07.2015 7:56	109	Получено задание 2373902 Партия 2751188, № партии 24924, плавка 154534	АСУ DB	7
07.07.2015 7:56	73	Добавлена ОК: ОК под задание ид. 2373902, ok_prm = 1002045287	АСУ DB	7
07.07.2015 7:56	109	Получено задание 2373901 Партия 2751187, № партии 24854, плавка 154522	АСУ DB	7
07.07.2015 7:56	73	Добавлена ОК: ОК под задание ид. 2373901, ok_prm = 1002045286	АСУ DB	7
07.07.2015 5:40	500	Передача в СКП Relmuch_prm = 260517399 Добавление ЕП, DCHILD_ID=942662008, DPARENT_ID=942661908	АСУ DB	8
07.07.2015 5:20	500	Передача в СКП Relmuch_prm = 260517397 Добавление ЕП, DCHILD_ID=942656308, DPARENT_ID=942656208	АСУ DB	8
07.07.2015 5:20	500	Передача в СКП Relmuch_prm = 260517398 Добавление ЕП, DCHILD_ID=942656108, DPARENT_ID=942656008	АСУ DB	8
07.07.2015 5:11	132	Получена маркировка MES 23327928 для DU 260517399	АСУ DB	7

Сводные показатели по типам операций АСУ за период времени

Виды	Операция	LOA	Количество операций	Итого	Итого, %
Ручные	Выставить в работу технологическую оснастку	3	148	345	0,11
	Откорректировать технологическую оснастку в агрегате	3	29		
	Исключить из работы технологическую оснастку	3	90		
	Эвакуировать заготовку из агрегата (авария)	3	4		
	Внести новый технический режим в справочник по технологии	3	51		
	Изменить очередность заданий, задание назад	4	2		
	Изменить очередность заданий, задание вперед	4	21		
Автоматические	Фиксировать вес партии материала	7	4534	30043 6	99,89
	Получить задание из MES	7	347		
	Задать партию материала в агрегат	7	41465		
	Эвакуировать заготовку из агрегата (авария)	7	168		
	Удалить все остатки материала в агрегате (авария)	7	2		
	Получить операционную карту из MES	7	347		
	Корректировать операционную карту MES	7	44		
	Сформировать партию готовой продукции	7	41394		
	Закончить техническую операцию над партией материала	7	108733		
	Начать техническую операцию над партией материала	7	89504		
	Очистить архив записей до установленной даты	7	59		
	Создать пооперационные карты	7	347		
	Отметить выполнение задания	7	393		
	Удалить задание из очереди перед агрегатом	8	1		
	Сформировать партию готовой продукции	8	1033		
	Фиксировать внеплановый переход партии материала между технологическими узлами	8	10846		
	Удалить заготовку из партии материала (авария)	8	1211		
	Формировать отчет по технологической оснастке	8	8		

В приведенном примере операция «Эвакуировать заготовку из агрегата» выполнялась в двух режимах: в ручном и автоматическом. В ручном режиме операция выполнялась 4 раза, в автоматическом – 168. Детализация операций по времени, приведенная в табл. 3, позволяет проверить, кто персонально и когда выполнял операции в ручном режиме.

Дополнительные критерии анализа уровня автоматизации. В современных предприятиях существуют сотни основных и вспомогательных бизнес-процессов, включающих в себя тысячи операций. Оценка уровня автоматизации может представляться достаточно трудозатратной, но, тем не менее, она позволяет увидеть узкие места и наметить шаги по корректировке процессов “asis” и “tobe”.

Для более глубокого анализа критериями автоматизации отдельных операций или цепочек операций могут служить [1]:

- порог умственной нагрузки (перегрузки) для оператора;
- уровень осознания ситуации для оператора;
- порог внимательности для оператора;
- риск деградации экспертных возможностей персонала после внедрения автоматизированной системы;

- уровень производительности для оператора или машины;
- максимально допустимое количество ошибок для оператора;
- общая проектная стоимость автоматизации;
- стоимость владения системой автоматизации.

Выводы

Эффективность новых и современных средств организации бизнес-процессов во многом определяется повышением их уровня автоматизации – LOA. Растущая конкуренция остро ставит вопрос по разработке и созданию автономных, роботизированных комплексов. Человек – оператор в условиях современного производства – уже не способен противостоять мощи компьютеризованных систем, автономно принимающих решения в сотые доли секунд. Управление современными автоматизированными комплексами лежит за гранью человеческих возможностей. Человека все чаще на производстве заменяет автоматика, «человеческий» фактор все чаще является сдерживающим для развития бизнеса. Стандарты функциональности производственных исполнительных систем, такие как ISA-95, по сути, уже диктуют

применение автоматических производственных управляющих систем.

Приведенная методика оценки уровня автоматизации может быть полезна многим российским предпринимателям и ИТ-менеджерам как при анализе предлагаемых к внедрению, так и при оценке существующих систем автоматизации.

Литература

1. *Kaber, D. B.* Out-of-the-loop performance problems and the use of intermediate levels of automation for improved

control system functioning and safety / D. B. Kaber and M. R. Endsley. – 1997.

2. *Phillip, J.* Durst and Wendell Gray / J. Phillip // Levels of Autonomy and Autonomous System Performance Assessment for Intelligent Unmanned Systems. – 2014.

3. *Sheridan, T. B.* Human and computer control of undersea teleoperators / T. B. Sheridan, V. Verplank, L. William. – 1978.

4. Standard interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability (STANAG 4586).

УДК 681.3

В. Л. Тамп, Н. В. Тамп

Череповецкое высшее военное инженерное училище радиоэлектроники,

А. Н. Зуев

Череповецкий государственный университет

АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ХЕММИНГА

В статье обосновывается необходимость правильной идентификации протоколов для пакетных радиосетей, функционирующих в условиях помех. Предлагается распознавать тип протокола на основе нейронной сети Хэмминга. Особенностью данного подхода является уверенное определение заданных протоколов при наличии помех в канале связи. Приведен пример практической реализации алгоритма для распознавания протоколов транспортного уровня сетевой иерархии.

Динамические переменные, нейронная сеть Хэмминга, ИВС, протокол.

The article proves the necessity of correct identification of protocols for packet radio networks, operating in conditions of interference. It is suggested to recognize the type of the protocol using neural network Hamming. The feature of this approach is the confident identification of the given protocols in the presence of noise in the communication channel. An example of the practical implementation of the recognition of the protocols of the transport layer of the network hierarchy algorithm is provided.

Dynamic variables, computing network, protocol, Hamming neural network.

Введение

Информационно-вычислительные сети (ИВС) представляют наиболее динамичную и эффективную отрасль автоматизированной технологии процессов передачи информации. Основой построения сетей является эталонная модель взаимодействия открытых систем. Работа каждого из уровней модели определяется применяемыми протоколами информационного обмена (ПИО).

Для обеспечения эффективного функционирования сети должен обеспечиваться оперативный контроль процедур информационного обмена. Один из вариантов контроля предусматривает формирование динамических переменных (ДП) на основе составляющих потока протокольных блоков данных (ПБД). В роли признаков субпотоков могут выступать используемые стеки протоколов, сокет и т. д.

Процесс контроля работы сети можно разделить на два этапа: анализ и мониторинг [3]. На этапе анализа осуществляется сложный процесс получения детальной информации об используемых протоколах, особенностях применяемых форматов ПБД, сопоставления ее с данными, полученными ранее, и выработки рекомендаций по мониторингу сети.

Далее выполняется этап мониторинга – процедура получения информации на основе заданных условий (IP-адресов, №№ портов и т. д.). Для проведения мониторинга сетевого трафика используются анализаторы протоколов. При контроле пакетных радиосетей, использующих для обмена сообщениями радиоканалы, на протокольные блоки данных воздействуют помехи. Это приводит к проблемам достоверной идентификации протоколов, так как существующие анализаторы, как правило, используют алгоритмы распознавания, основанные на сравнении с эталонами.

Для решения данной проблемы предлагается подход, при котором распознавание типов протоколов будет осуществляться на основе нейронных сетей.

Основная часть

В роли нейронной сети выбрана нейронная сеть Хэмминга, основанием послужили следующие ее достоинства [2]:

– сеть работает предельно просто и быстро, так как в модели использован один из самых простых алгоритмов формирования синаптических весов и смещений сети;