



ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ (ЭРГАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АСУТП)

Э. Л. Ицкович (ИПУ РАН)

Рассматривается взаимодействие человека-оператора с техническими и программными средствами АСУТП; выделяются рациональные способы организации труда оператора и целесообразные формы информационного взаимодействия оператора с АСУТП.

Ключевые слова: эргатические аспекты АСУТП, человеко-машинный интерфейс, функционирование оператора АСУТП.

Введение

Все автоматизированные системы управления технологических агрегатов являются, как теперь это принято называть, эргатическими, то есть человеко-машинными, поскольку контрольные и учетные функции, а также достаточно типовые функции управления обычно реализует машинная составляющая АСУТП — автоматические системы и средства; а более сложные и наиболее ответственные функции планирования и управления ТП, а также компенсации различных нарушений выполняет человеческая составляющая АСУТП — операторы агрегата. Операторам поручаются реакции на непредвиденные и не предусмотренные в автоматических системах ситуации; управляющие воздействия при недостаточной, неточной или ошибочной контрольной информации, вырабатываемой средствами автоматизации; рациональные решения по неформальным факторам, базирующимся на опыте операторов. При этом всегда в АСУТП ее главной, ответственной частью является человек-оператор; а машинная часть, состоящая из систем и средств автоматизации (обычно это средства полевого уровня (контрольно-измерительные приборы и исполнительные комплексы) и микропроцессорный программно-технический комплекс — ПТК), является целенаправленно ему подчиненной. Повсеместно принято при разработке и внедрении АСУТП уделять основное внимание машинной составляющей АСУТП и в минимальной степени затрагивать работу и взаимодействия операторов с автоматической составляющей АСУТП.

В связи с развитием и совершенствованием средств и систем автоматизации за последние десятилетия наблюдается определенное повышение ответственности оператора за те инциденты и нарушения, которые наблюдаются в управляемом производственном объекте. Так в 60-х годах XX века за 80% инцидентов были ответственны автоматические средства и системы АСУТП, а в 20% случаев были виноваты операторы;

через 30 лет в 90-х годах ситуация стала обратной: 80% инцидентов являются следствием человеческих ошибок [1].

Непрерывное совершенствование средств и систем автоматизации приводит к необходимости коррекции функционирования операторов:

— средства и системы автоматизации реализуют все больший объем функций контроля и управления, постепенно сужая область функций, выполняемой оператором, то есть уменьшая его загруженность;

— средства и системы автоматизации становятся все более совершенными и сложными, что требует от операторов все более квалифицированного взаимодействия с ними;

— средства и системы автоматизации работают все более надежно, что позволяет оператору увереннее надеяться на правильность их функционирования и ослабить напряженность непрерывного наблюдения за их состоянием и стабильностью заданного протекания ТП.

Эти тенденции, подкрепленные конкретным анализом работы операторов ТП с современной автоматической составляющей АСУТП на многих предприятиях разных технологических отраслей, указывают на необходимость изменения и совершенствования форм и качества работы операторов параллельно с совершенствованием автоматической составляющей АСУТП, поскольку эффективное и безаварийное ведение ТП зависит не только от совершенства системы его автоматизации, но и (не в меньшей степени) от рационального, ответственного, квалифицированного поведения операторов, соответствующего текущему уровню автоматизации ТП. Однако этой задаче на предприятиях не уделяют должного (а чаще, никакого) внимания, что существенно сказывается на достигаемой при внедрении новых средств и систем автоматизации эффективности функционирования ТП.

В статье рассматривается эволюция автоматической составляющей АСУТП, изменяющая работу

операторов; выделяются существующие в настоящее время проблемы совершенствования работы операторов и их взаимодействия с ПТК, предлагаются способы их решения.

Совершенствования функционального состава системы автоматизации АСУТП, влияющие на работу операторов

Повышение достоверности выдаваемой операторам информации

Рациональная работа операторов может базироваться только на достоверной информации о ходе ТП, которую выдает система автоматизации. Любая недостоверность получаемой информации может привести операторов к неверным управляющим решениям, поэтому после получения несколько раз неверной информации они перестают полностью доверять данным, которые указывают на необходимость управляющих решений; начинают их перепроверять и теряют время на проведение необходимых управляющих воздействий.

Повышение достоверности и надежности выводимых на экран монитора текущих значений измеряемых данных в современных АСУТП достигается как применением датчиков с метрологическим самоконтролем (доля таких датчиков на производстве пока невелика); так и специальными программами проверки достоверности измеренных значений величин до их выдачи оператору.

Проверка достоверности основывается на следующих алгоритмах:

— сопоставления измеренного значения величины с возможным диапазоном его изменения;

— сопоставления измеренного значения величины с его предыдущими значениями (выявления зависания/неправомерного постоянства/измеряемой величины или не соответствующей измеряемому процессу скорости изменения величины);

— сопоставления измеренного значения величины со значениями других, статистически связанных с ним исходных данных.

Результат проверки достоверности измеренного значения величины может формироваться в виде одной из следующих трех оценок:

- 1) выданное значение величины достоверно,
- 2) выданное значение величины сомнительно,
- 3) выданное значение величины недостоверно.

Эта оценка прикладывается к выводимому на экран монитора оператора измеренному значению величины, что помогает операторам уменьшить не рациональные управляющие воздействия.

Совершенствование форм выдачи информации оператору

Предоставляемая оператору информация о ходе ТП может быть подразделена на следующие классы:

— имеющиеся в данный момент времени значения определенных измеряемых величин, которые фиксируют текущее состояние ТП или его отдельных составляющих и дают оператору фотографию управ-

ляемого объекта на момент получения информации;

— нарастающие нежелательные изменения ряда измеряемых величин (возникающие ситуации), определяемые тенденциями изменения во времени определенных измеряемых величин, которые заслуживают внимания операторов (необязательно управляющих реакций, но усиления внимания к их поведению во времени);

— ключевые показатели эффективности ТП, определяемые значениями основных показателей ТП за заданные интервалы времени (час, смену, сутки), которые позволяют планировать оператору необходимые коррекции режима ТП на следующий учетный интервал времени;

— возникшие события разной степени важности, нарушающие заданный режим ТП, которые фиксируются текстовыми сообщениями или цифровыми значениями, или логическими выражениями и требуют от оператора соответствующих управляющих реакций.

Способы предоставления любого класса информации о ходе ТП, выдаваемые оператору системой автоматизации, должны быть просто и быстро воспринимаемыми операторами, помогающими осознавать текущее положение управляемого ТП, возможно менее утомительными для них при постоянном внимании к изображениям на экранах мониторов, учитывающими ответственность операторов за стабильный и эффективный ход ТП и за безаварийную работу агрегата. Совершенствованию способов восприятия выдаваемой операторам информации с учетом психологических свойств человека в последние годы уделяется значительное внимание. Этому посвящены многочисленные работы по эргономике (различным аспектам взаимодействия человека с машиной) и инженерной психологии (психологических особенностей информационных взаимосвязей человека с машиной).

Международная организация по стандартизации ИСО в течение ряда последних лет разрабатывает ряд серий стандартов ИСО 9241 «Эргономика взаимодействия человек-система». Эти стандарты формулируют рекомендации по взаимодействию человека с компьютерной системой, определяют требования к мониторам, устройствам ввода, принципам диалога, организации меню, представлению данных, содержанию руководств пользователей. Отдельные стандарты этих серий посвящаются эргономике программного обеспечения, человеко-ориентированному проектированию систем представления информации оператору, рабочей среде и расположению рабочих станций операторов. В последние годы ряд уже разработанных стандартов серий ИСО 9241 переведен и утвержден в качестве российских ГОСТов: серия ГОСТ Р ИСО 9241. Соответствующие стандарты по рациональной выдаче сообщений о нарушениях в работе ТП разработаны также другими международными организациями: стандарт ANSI/ISA 18.2, стандарт API 1167.

Последние годы ведущие производители систем автоматизации ТП все большее внимание уделяют конкретному внедрению в выпускаемых системах автоматизации рациональных способов представления информации оператору, учитывающих психологические свойства человека, его возможности быстрого восприятия и правильного осознания получаемой информации [2-8].

Получают распространение перспективные способы выдачи информации на экраны мониторов рабочих станций:

— имитация приборного показа значений измеряемой или вычисляемой величины (показателя), при котором измеряемое значение выдается не в виде цифры, а в виде положения стрелки на приборном экране, на котором, кроме того, обозначаются все заданные граничные значения величины, что позволяет оператору непосредственно ориентироваться в том, насколько значение величины соотносится с различными заданным ей диапазонами;

— ситуационное воспроизведение информации, при котором сведения, требующие внимания или реакции оператора, сопровождаются рядом добавочных данных, проясняющих возникшую в ТП ситуацию [2, 3]. Общее требование ситуационного показа заключается в выдаче оператору не только самой ситуации, но и истории ее возникновения, а также функционально и статистически связанных с нею показателей, разъясняющих ее появление. Так, например, наряду с отклонившимся от нормы значением измеряемой величины показывается график его тренда по прошлым значениям и прогноз дальнейшего изменения значения величины; или графически показывается не только значение отклонившейся от нормы величины, но и значения ряда других измеряемых величин, имеющих существенную корреляцию с данной величиной. Все это позволяет оператору ускорить и уточнить оценку возможных причин наблюдаемой ситуации.

— экологическое (образное) представление события [4]. Оно может быть реализовано на графике взаимодействия различных единиц оборудования или графике функциональных взаимодействий в системе автоматизации. Возникшее событие дополняется показом значений других величин (показателей), которые могут быть причинами возникновения показанной ситуации и имеющимися экспертными рекомендациями по ее компенсации;

— приоритетная организация показа событий, требующих соответствующего управляющего воздействия оператора: разделение всех возникающих событий по приоритетам, фиксируемым различным цветом изображения события. Рационально подразделение всех событий на 3–4 приоритета, каждый из которых требует разной по времени и воздействию реакции оператора. Например, события первого приоритета должны быть осознаны и компенсированы в течение 5-ти минут от момента их возникновения, события второго приоритета — в течение 20 минут,

Человек может то, что он должен.

Иоганн Готлиб Фихте

события третьего приоритета — в течение 40 минут, событиями четвертого приоритета оператор может пренебречь или только обратить на них внимание [5];

— требования и рекомендации по формам, шрифтам и размерам текстовых, цифровых и графических изображений; по цвету фона экрана монитора, на котором даются изображения данных; по выбору цветов и яркости экранных изображений разной важности и приоритета, обоснованные исследованиями инженерной психологии [7].

Соблюдая указанные способы создания выдаваемой оператору информации разных классов, внедряются следующие общие правила подачи информации о ходе ТП на экране монитора:

— иерархический способ подачи информации по текущему состоянию агрегата, когда общая обзорная информация по всему агрегату подразделяется на состояния отдельных его блоков и самостоятельных частей, а они, в свою очередь, на состояния отдельных контуров контроля, управления режима ТП, мониторинга отдельных единиц оборудования;

— подразделение всей получаемой информации по текущему ходу ТП на отдельные группы функций контроля и управления: на режимные показатели протекающего в агрегате процесса; на качественные показатели поступающих сырьевых компонентов, используемых катализаторов, полуфабрикатов в отдельных точках ТП, выпускаемых агрегатом продуктов; на расходы материальных потоков на входах, выходах агрегата и на вычисляемые уравнениями баланса материальные потери; на расходы различных энергетических потоков, потребляемых в агрегате, и их удельные затраты на единицу продукции;

— историческое сопоставление результатов работы агрегата, когда на экран монитора выдаются временные тренды одного или ряда взаимно коррелированных (или специально отобранных оператором) показателей за текущий и за некоторый прошедший, заданный оператором интервал времени. При этом, если тренд не ограничивается текущим значением показателя, а прогнозирует его будущее поведение или фиксирует тенденцию его изменения во времени и скорость этого изменения, то это помогает оператору принять решения, предупреждающие возможные нарушения.

Все перечисленные способы и правила выдачи и представления информации оператору способствуют ускорению восприятия информации оператором, правильному осознанию возникшей ситуации или события, безошибочной реакции на ее появление. Следует отметить, что это качественное утверждение стало приобретать объективное количественное подтверждение в экспериментально-психологических исследованиях работы оператора, которые были прове-

дены путем моделирования ряда нештатных ситуаций ТП на компьютерном тренажере и анализе работы группы испытуемых по затраченному времени диагностики этих ситуаций при разных вариантах представления им информации о ходе ТП [9].

Внедрение усовершенствованных алгоритмов регулирования

Повсеместно операторы реализуют стабилизацию заданного режима ТП взаимодействием с входящими в АСУТП ПИД-регуляторами. Однако в настоящее время все большее распространение получают встроенные в АСУТП системы усовершенствованного регулирования (Advance Process Control — APC) как наиболее экономически эффективные средства автоматического управления сложными ТП [10]. Они кардинально перераспределяют функции управления ТП между системой автоматизации и операторами.

Алгоритм усовершенствованного регулирования, являющийся надстройкой над рядом ПИД регуляторов, сам контролирует и корректирует их работу, но требует повышенного внимания операторов к актуальности используемой в алгоритме модели ТП, которая должна достаточно точно соответствовать текущему состоянию объекта, а при значительном изменении свойств и характеристик объекта и условий его работы (например, при замене отдельных единиц его оборудования или при существенном изменении характеристик обрабатываемого сырья) модель должна своевременно перестраиваться (адаптироваться) под наблюдением и при возможных вмешательствах операторов в ход перестройки.

Сопутствующие функционированию алгоритма усовершенствованного регулирования изменения работы операторов заключаются в облегчении его работы по наблюдению за функционированием ПИД регуляторов, но в усложнении взаимодействия с новым классом систем регулирования, требующим их более высокой квалификации.

Необходимые изменения функционирования операторов и их взаимодействия с системой автоматизации

Выбор рационального числа операторов при внедряемой системе автоматизации, изменяющей уровень автоматизации ТП

Важнейшим вопросом является обоснование рационального числа операторов для каждого конкретного технологического агрегата при внедрении новой системы автоматизации или при анализе работы существующей бригады операторов, взаимодействующих с функционирующей системой автоматизации. С развитием программных и технических средств автоматизации они берут на себя все больше функций контроля и управления, все более освобождая операторов от вмешательства в работу агрегата. На предприятиях повсеместно не следят за связью необходимого числа операторов агрегата со степенью его автоматизации (чаще вообще не связывают эти фак-

торы), не решаясь менять уже установившееся число операторов на каждом технологическом агрегате при расширении, модернизации или замене его системы автоматизации. Ввиду этого наблюдаются как перегрузки операторов, сказывающиеся на снижении их реактивности и качества управления, так и недогрузки операторов, отвлекающие их от непрерывного внимания к текущему ходу ТП, позволяющие им заниматься посторонними делами и приводящие к снижению реактивности и качества управления.

Целесообразна экспертная методика оценки загрузки операторов, которая должна проводиться руководителями технологической и производственной служб предприятия и начальниками соответствующих производственных цехов, поскольку они наиболее полно и глубоко представляют особенности работы имеющихся на производстве технологических агрегатов, сложности управления отдельными ТП, взрыво — и пожароопасность промедления реакций на возникающие отклонения от нормального хода производства.

Методика может быть основана на существующей фиксации самой системой автоматизации каждого агрегата управляющих вмешательств отдельных операторов данного ТП в ее работу: специальный программный модуль системы автоматизации вычисляет среднюю частоту вмешательств каждого оператора в ход ТП и средний интервал времени между моментом выдачи системой автоматизации контрольного сигнала о нарушении и компенсации этого нарушения оператором. Полученные данные сопоставляются экспертами с частотой подобных вмешательств каждого оператора в ход процесса за смену, которое ими считается нормальной загрузкой оператора при существующем уровне автоматизации агрегата и действующим формам и способам выдачи операторам контрольной и учетной информации. Результатом этого сопоставления является оценка степени загрузки каждого оператора и обоснование определения необходимого числа операторов для данного технологического агрегата.

Любые изменения, связанные с модернизацией уровня автоматизации агрегата (совершенствования и расширения средств автоматического контроля и управления, улучшения и упрощения форм выдаваемой контрольной информации) могут потребовать коррекцию числа его операторов, что должно определяться проведением выше указанной экспертной процедуры.

Обеспечение непрерывного внимания операторов к ходу ТП

Совершенствование системы автоматизации все более остро ставит задачу обеспечения непрерывного внимания операторов к работе агрегата, поскольку им все реже приходится вмешиваться в функционирование работы системы автоматизации и у них возникает естественное желание занять себя время от времени посторонними делами, что, как показывает практика,

чревато возможными значительными осложнениями и даже аварийными ситуациями из-за несвоевременного вмешательства оператора в ход процесса или даже отсутствия необходимого вмешательства.

Способом влияния на поведение операторов может использоваться объективная фиксация отвлечения операторов от своих прямых обязанностей. Она реализуется включением в программное обеспечение системы автоматизации данного агрегата специального модуля, ориентированного на текущую проверку внимания операторов к ходу ТП.

Ниже приведена возможная логика работы данного модуля.

Через случайные моменты времени модуль формирует сообщение на монитор каждого оператора, в котором просит его сообщить текущее значение случайно отобранной модулем измеряемой величины. После ответа оператора модуль фиксирует правильность ответа и время, прошедшее с момента запроса. Результаты работы модуля посменно фиксируются в специальном протоколе. Предварительно модулю задаются следующие параметры: средняя частота выбора моментов времени запроса каждого оператора (чем опаснее отсутствие непрерывного внимания оператора, тем меньше средний интервал времени между соседними запросами); перечень измеряемых величин, из которых модуль будет производить отбор, и закон распределения выбора измеряемой величины для очередного запроса (целесообразно возможно более широкий перечень измеряемых величин и равномерный закон их отбора для запроса оператора).

Сменный протокол работы такого программного модуля объективно зафиксирует непрерывность внимания операторов к управляемому ТП.

Переработка нормативов и должностных инструкций работы операторов

Нормативы рационального использования системы автоматизации операторами обычно на предприятиях отсутствуют, а должностные инструкции и правила работы операторов не содержат никаких конкретных требований к обязанностям операторов по их взаимодействию с системой автоматизации, по рациональному и полноценному использованию операторами результатов работы системы автоматизации. Типичным примером содержания раздела должностной инструкции о правах и обязанностях оператора в отношении его взаимодействия с средствами и системой автоматизации управляемого агрегата являются два требования: он должен знать назначение системы автоматизации, а также обязан следить за ее исправностью и своевременно оповещать персонал КИПиА при отказах средств автоматизации. Этим обычно ограничиваются «требования к операторам» по работе с системой автоматизации.

Необходимо конкретизировать перечисленные документы, включив в них, в частности, следующие обязанности операторов:

— знание содержания контрольных, учетных, управляющих функций системы автоматизации, их возможных неисправностей, тестов проверки их нормального функционирования;

— возможный перечень управляющих решений, их формы и допустимое время требуемой реакции на отдельные классы сообщений системы автоматизации о нарушениях хода ТП и о аварийных ситуациях.

Введение материальной мотивации операторов за эффективное ведение ТП

На подавляющем большинстве предприятий существующая система материальной мотивации операторов отдельных технологических агрегатов совершенно недостаточно связана с их конкретной работой и практически не стимулирует эффективное ведение ТП. Типичный состав положения о премировании в месячном интервале содержит общие показатели премирования всего производственного персонала, основанные на выполнении предприятием плана выпуска продукции; соблюдения технологического регламента, правил промышленной и пожарной безопасности, выполнения норм охраны труда и окружающей среды. Получается, что материальное стимулирование операторов отдельного агрегата определяется степенью выполнения всем предприятием месячного плана и заданных нормативов, в реализации которых операторы этого агрегата вряд ли смогут выделить свою достаточно малую долю труда и тем самым сопоставить конкретно свою работу с возможной премией. Оторванность результата своего труда от его мотивации значительно сказывается на желании конкретного специалиста наиболее эффективно взаимодействовать с системой автоматизации.

Необходимо установить существенные месячные материальные стимулы для бригады операторов каждого отдельного агрегата за следующие показатели его работы:

— реальную производительность агрегата и ее соотношение с заданной производительностью;

— качественные показатели выпускаемой агрегатом продукции и отсутствие брака или отклонений от заданного качества;

— достигнутую экономию различных потребляемых энергоресурсов или их соответствие нормативам;

— стабильную и безаварийную работу агрегата.

Следует отметить, что здесь под бригадой операторов понимаются все операторы, работающие на данном агрегате, а не отдельные смены операторов, поскольку выделение для мотивации отдельных смен может привести к тому, что из-за инерционности ТП, экономичная работа одной смены может привести к ухудшению показателей работы следующей за ней смены по независимым от нее обстоятельствам.

Совершенствование взаимодействия операторов с алгоритмами контроля и управления системы автоматизации

Существует ряд аспектов повышения квалификационного уровня работы операторов: совершенство-

вание методов обучения операторов работе с внедряемой системой автоматизации, использование тренажерных периодических занятий по квалификационной поддержке операторов при работе с функционирующей системой автоматизации, организация курсов общего повышения их квалификации и ознакомления с современными методами автоматизации данного класса агрегатов.

Повсеместно наблюдаемое поверхностное (а иногда и чисто формальное) обучение операторов работе с новой или существенно модернизированной системой автоматизации приводит к тому, что все ее возможности не используются операторами, и ее функционирование не достигает возможной эффективности. Не останавливаясь на многочисленных недостатках ознакомления операторов с функциональными и техническими особенностями внедряемой системы и проверки освоения ими ее возможностей, отметим основные правила обучения операторов.

Перед сдачей системы автоматизации в опытную эксплуатацию необходимо конкретное, детальное ознакомление операторов с внедряемой системой. В частности, со способами отбора из системы необходимой операторам оперативной и исторической информации в различных графических, табличных и текстовых формах; с использованием языка запросов различных сведений — SQL для поиска в базе данных системы необходимых оператору данных, показателей, сведений; с возможностями создавать из имеющейся в базе данных системы информации различных, необходимых оператору отчетов, протоколов, рапортов на основе типовых редакторов без использования программирования.

Весь процесс обучения должен состоять из трех разделов: ознакомительный курс, практические занятия, обязательный зачет с индивидуальной проверкой усвоения необходимых знаний.

Завершение обучения позволяет начать опытную эксплуатацию системы, в процессе проведения которой необходима проверка работы операторов и консультативная помощь им в общении с системой. Только после подтверждения факта полного освоения всеми операторами взаимодействия с внедряемой системой можно перевести ее в промышленную эксплуатацию. Интервал опытной эксплуатации системы может занимать несколько месяцев и более, что зависит от объема и сложности внедряемой системы.

Придаваемое к системе автоматизации руководство пользователя должно обладать следующими свойствами: быть составлено на языке операторов (а не на языке программиста), иметь пояснения всех используемых в нем терминов, подробно и конкретно описывать работу по поиску данных на языке SQL и по созданию документов без помощи программистов.

На большинстве предприятий отсутствует периодическая тренажерная поддержка операторов, что

приводит к потере ими навыков необходимой компенсации редких нарушений и аварийных ситуаций. Она должна быть реализована с помощью компьютерных тренажеров [11], в которых заложена динамическая модель управляемого процесса и модель существующей системы автоматизации. Содержание и частота занятий операторов по тренажерной поддержке их квалификации зависит от важности работы агрегата для предприятия, сложности его управления, его взрыво- и пожароопасности.

Важно возобновить курсы повышения квалификации операторов по отдельным классам технологических агрегатов. На этих периодически созываемых курсах информировать о современных и перспективных методах и алгоритмах контроля и управления агрегатов данного типа, проводить в компьютерном классе практические занятия по реализации этих методов и алгоритмов, рассматривать рациональные способы их практического использования. В настоящее время отсутствие таких периодических курсов ведет к постепенной деградации квалификации операторов, что сказывается на восприятии ими перспективных методов и алгоритмов контроля и управления, желании консервировать привычные для них формы взаимосвязи с системой автоматизации. Это, кстати, определяет боязнь многих предприятий внедрять усовершенствованное регулирование ТП, из-за отсутствия возможности их квалифицированного использования.

Заключение

Важно отметить, что если за установку и ввод в эксплуатацию технических и программных средств АСУТП ответственность несут проектная и внедренческая организации, то за правильное взаимодействие с ними и их эффективное использование операторами в значительной степени отвечает сам заказчик АСУТП — предприятие. Только четкое понимание и решение отмеченных эргатических аспектов построения, внедрения и функционирования АСУТП как разработчиком, так и заказчиком АСУТП позволит реализовать максимально возможную эффективность использования внедренных технических и программных средств АСУТП.

Список литературы

1. Пинаев А.Л. Передовые решения Pro-fase для организации человеко-машинного интерфейса. Автоматизация в промышленности, № 8, 2013.
2. Иванов А.И. Ситуационное восприятие — современный подход к дизайну НМІ. Автоматизация в промышленности. 2014, № 7.
3. Краевски Д., Иванов А.И. Ситуационное восприятие. Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов. Автоматизация в промышленности. 2014, № 12.
4. Анохин А.Н., Ивкин А.С., Алонцева Е.Н. Проектирование экологического интерфейса для операторов сложных технологических процессов. Автоматизация в промышленности. 2014, № 12.

5. *Сетин С.П.* Обеспечение оперативного контроля за значениями уставок блокировочных параметров и сигнализаций на опасных производственных объектах с применением АСУТП. Автоматизация в промышленности. 2014, № 10.
6. *Кнеллер Д.В., Сетин С.П., Шундерюк М.М.* Управление сигнализациями в АСУТП. Автоматизация в промышленности. 2015, № 7.
7. *Сельченков В.Л.* Психологические аспекты дизайна экранных форм для диспетчера. Автоматизация в промышленности. 2012, № 6.
8. *Кузьмина Н.* Человеко-ориентированный подход при проектировании систем визуализации автоматизированных объектов. СТА, 2015, № 1.
9. *Дозорцев В.М., Обознов А.А.* Имитационное моделирование как инструмент экспериментально-психологических исследований. Труды конференции ИМ-МОД-2015. Том «Пленарные доклады». Издание ИПУ РАН, 2015.
10. *Дозорцев В.М., Ицкович Э.Л., Кнеллер Д.В.* Усовершенствованное управление ТП (АРС): 10 лет в России. Автоматизация в промышленности, № 1, 2013.
11. *Дозорцев В.М.* Компьютерные тренажеры для обучения операторов ТП. Изд-во Синтег. 2009 г.

Ицкович Эммануил Львович — д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН. Контактный телефон (495) 334-90-21.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛПК

А.И. Шабаетов, Д.П. Косицын (ООО "Опти-Софт")

Приводится описание бизнес-линий компании "Опти-Софт", а также представлены назначение и основные модули программных систем, разработанных для решения задач оптимального планирования и управления предприятиями ЛПК¹. Приведены примеры внедрений систем на промышленных предприятиях, показана экономическая эффективность от их использования. Дано описание единой платформы, созданной для унификации процессов разработки и внедрения программных систем, в том числе с использованием технологии «облачных» вычислений. Представлены основные зарубежные заказчики компании — многонациональные корпорации Valmet, Metso и Outotec. Отмечено, что продолжается создание новых программных систем и расширение числа заказчиков.

Ключевые слова: планирование производства, оптимизация, программные системы, экономическая эффективность.

Компания "Опти-Софт" (www.opti-soft.ru) создана в 2010 г. при IT-парке Петрозаводского государственного университета (www.petrso.ru). Ее основная отличительная черта — автоматизация нестандартных и сложных бизнес-процессов с применением математического аппарата для решения задач оптимального планирования, распределения ресурсов, раскроя и комплектовки материалов преимущественно для предприятий ЛПК.

У компании две бизнес-линии:

— «Продукты» — ориентирована на внедрение систем оптимального планирования производства собственной разработки на российских и зарубежных предприятиях.

— «Услуги» — ориентирована на разработку ПО для сторонних компаний, преимущественно иностранных.

Бизнес-линия «Продукты»

Бизнес-линия ориентирована на разработку и внедрение систем оптимального планирования на предприятиях ЛПК — одного из важнейших секторов экономики России.

Хотя Россия может быть крупнейшим производителем продукции лесопромышленного комплекса (ЛПК) в мире, но по производству продукции она занимает только 14-е место. При этом Финляндия,

характеризующаяся незначительной долей мировых запасов лесных ресурсов, занимает одно из лидирующих мест по производству продукции. Таким образом, очевидна необходимость повышения эффективности ЛПК России.

Однако повышение эффективности ЛПК требует комплексного подхода по причине высокой степени взаимозависимости предприятий ЛПК по основному исходному сырью — древесине и различным переделам: древесина/пиловочник/балансы/щепа/целлюлоза/бумага/продукция.

Высокая степень взаимозависимости предприятий приводит к наличию большого числа сквозных процессов, то есть проходящих через несколько подразделений или всю организацию. Научное обоснование эффективного управления вертикально-интегрированными корпорациями (в том числе в ЛПК) является предметом исследования множества ученых. Разрабатываются концептуально-методологические положения и организационно-экономические рекомендации. Имеются программные средства разной степени охвата, различного назначения, зарубежного и российского производства.

Однако остается актуальной разработка программных систем для решения задач оптимального планирования и управления как отдельными пред-

¹ Работа выполняется при финансовой поддержке проекта № 24046 Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.