

мосвязанного электропривода зубообрабатывающего станка.

В промышленности используется большое число группового электропривода при зубообработке, который уступает по своей функциональности индивидуальному приводу по таким параметрам, как: точность, производительность, шум, гибкость настройки, необходимость наличия в штате рабочего персонала, владеющего советующей квалификацией для обслуживания и работы оборудования. Предложенный метод перехода от группового к взаимосвязанному индивидуальному электроприводу существенно сокращает время простоя станка при единичном производстве. Оператором станка может

быть специалист средней квалификации при мелко-серийном производстве или промышленный робот, если производство крупносерийное.

Список литературы

1. Справочник молодого зуборезчика. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1988- 230 с
2. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода. Издание четвертое. М.-Л. Энергия 1965г. 544 с.
3. Ферстер Г.Г. Электрооборудование и электроснабжение установок гидромеханизации. Учебник для техникумов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1977. -448 с.
4. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода: Учеб. пособие для вузов. М.: Издательский дом МЭИ. 2007. -234.с.

*Подзорев Никита Николаевич — главный специалист по приводной технике,
Афанасьев Юрий Анатольевич — руководитель проектов зубофрезерных станков ООО «КоСПА»,
Осипов Олег Иванович — д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ».
Контактный телефон +7 (495) 660-28-22.
[Http://www.cospa.ru](http://www.cospa.ru)*

DOI: 10.25728/avtprom.2020.05.11

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.М. Абакумов (Корпорация РОСАТОМ),

Н.О. Кожевников, С.Б. Казанбеков (ВНИИА им. Духова),

И.С. Решетников (ИПУ РАН)

Рассматривается вопрос предоставления информации в электронном виде на цеховом уровне предприятий, совмещающих разработку сложных изделий с многономенклатурным единичным и мелкосерийным дискретным производством. Предлагается структура системы информационной поддержки производственного персонала, рассматривается функциональность ее отдельных модулей. Указаны преимущества от использования такой системы на цеховом уровне приборостроительного предприятия.

Ключевые слова: информационное обеспечение рабочего места, техническая документация, система поддержки принятия решений, производственный персонал, безбумажное производство, система управления документами.

Введение

Важным вопросом в рамках цифровизации производства является предоставление информации в электронном виде на цеховом уровне предприятий. Анализ деятельности ряда приборостроительных предприятий, совмещающих разработку изделий с многономенклатурным единичным и мелкосерийным дискретным производством, показывает востребованность в специализированном программно-техническом решении по поддержке производственного персонала в части информационного обеспечения. Для информационной поддержки рабочих сегодня предлагаются самые разные решения, большинство из которых ориентировано на крупносерийные производства. Однако описание структуры универсальной системы информационной поддержки цехового уровня в литературе авторам не встречалось.

Универсальная система призвана обеспечить возможность быстрого получения и анализа нужной

в цехе информации из разнородных источников и производственных систем предприятия, поскольку существующие возможности получения информации в цехе, как правило, ограничены завязкой на бумажные экземпляры документов, а если и используются электронные экземпляры, то необходимая информация рассредоточена по разным системам, то есть отсутствует единое информационное пространство и единая точка доступа ко всей необходимой на цеховом уровне информации [1]. В [2] предлагается архитектура производственной информационной шины, которая будет функционировать на умном заводе для сбора, анализа и применения информации на уровнях оборудования, цеха, завода и планирования ресурсов (ERP), однако реализация такой шины требует серьезных инфраструктурных затрат и вложений. Другим аспектом универсальности системы является возможность как ее обособленного развертывания и внедрения, так и в составе автоматизированной си-



Рис. 1. Традиционная модель обеспечения чертежами рабочего места исполнителя технологических операций

стемы управления дискретным производством, описанной, например, в [3].

Отметим, что важнейшим вопросом для всех приборостроительных предприятий с богатой конструкторской и технологической историей на пути к цифровому предприятию является переход на электронные подлинники конструкторской документации (КД). Этот вопрос должен быть решен до внедрения программно-технической системы информационной поддержки цехового уровня.

Традиционный подход

Для примера рассмотрим типичную схему обеспечения конструкторской документацией исполнителей технологических операций в цехе, согласно традиционной модели информационного обеспечения рабочего места производственного персонала (рис. 1).

Подобная модель на предприятиях складывалась, как правило, "исторически", и ее применение, начиная с некоторого уровня развития предприятия, становится фактором ограничения роста. Недостаткам "традиционного" подхода информационного обеспечения являются:

- 1) сложность разбиения производственного задания по нескольким исполнителям технологических операций, поскольку бумажный экземпляр документа, например, чертежа, хранится в цеховом архиве и выдается в работу в единственном экземпляре. Необходимость разбиения производственного задания по нескольким исполнителям на определенном производственном участке может возникнуть, например, если требуется трудоемкая механообработка на универсальном оборудовании либо трудоемкая сборка большого количества изделий в короткие сроки;
- 2) низкая оперативность информационного обеспечения рабочего места на производстве, поскольку процессы хождения бумажной документации занимают значительное время;
- 3) возможность допущения ошибки — обеспечения неактуальной документацией, является серьез-

ным недостатком существующей модели и очень болезненно сказывается на предприятии в момент проведения испытаний, сдачи или эксплуатации изготовленных по такой документации изделий, в зависимости от того, на каком этапе ошибка была обнаружена;

4) в общем виде процесс информационного обеспечения производственных рабочих не является унифицированным и зависит от конкретного вида документа;

5) ограничена доступность информации и документации для производственных рабочих, работающих в вечернюю или ночную смены на предприятиях с многосменным режимом работы основных производственных подразделений, поскольку ответственные за обеспечение документацией сотрудники, как правило, работают только в дневную смену;

6) поиск необходимой информации и документации ответственными обеспечивающими сотрудниками занимает значительное время, поскольку необходимо удостовериться в соответствии выдаваемых версий документов тем, на которые ссылается производственное задание.

Традиционным методом решения вышеперечисленных проблем является формализация выдачи бумажных копий и введение большого числа журналов учета: выданных экземпляров КД, подлинников и т. п. Но на практике эффект от этих мероприятий невысок: срочные изменения не укладываются в регламент, выданные экземпляры теряются, возникают неучтенные копии и пр.

Для комплексного устранения недостатков традиционного подхода необходимо в рамках нового подхода, основанного на электронной документации, сформировать требования и разработать структуру системы, предназначенной для информационного обеспечения производственного персонала.

Рассмотрим систему информационной поддержки производственного персонала (СИППП),

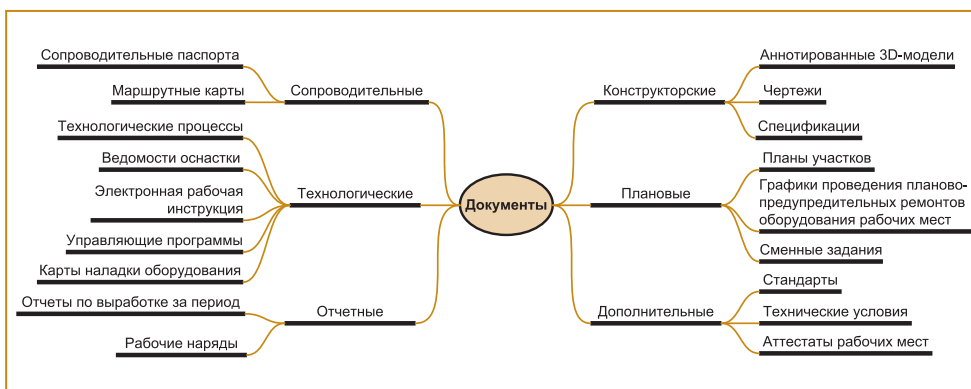


Рис. 2. Примеры документов, используемых на цеховом уровне

разработанную для приборостроительных предприятий, ориентированных на мелкосерийное и ОКР-производство. При этом концепция, заложенная в предлагаемом подходе, может быть с небольшими вариациями адаптирована и к другим моделям дискретного производства.

Требования к информационной системе

При входе в систему перед сотрудником должен сразу отображаться перечень производственных работ, за выполнение или продвижение которых он несет ответственность. Такой перечень может быть получен только после идентификации сотрудника и определения того, какую роль он выполняет в системе. Для этого система должна обеспечивать пользователю процедуры идентификации, аутентификации и авторизации.

Основной функцией СИППП является предоставление полной информации, необходимой для выполнения производственного процесса. Минимальный набор — это конструкторская и технологическая документация, а также плановая информация. Необходимая конструкторская информация может быть получена из систем управления данными об изделии. Технологическая информация может быть получена из систем технологической подготовки производства. Плановая и отчетно-аналитическая информация может быть получена из систем диспетчирования и планирования цехового уровня. Производственному персоналу могут понадобиться самые разные документы (рис. 2).

Следующей функцией, актуальной для исполнителей технологических операций, является оперативная диспетчеризация выполнения операций, поэтому обеспечение рабочих мест терминалами (в том числе общего доступа) является необходимым, это позволяет повысить дискретизацию отслеживания выполнения операций за счет детализации до уровня конечного исполнителя операций.

Полезной является возможность сохранения примечаний и отметок на документах (например, чертежах), которые помогают, в том числе при написании управляющих программ для станков с ЧПУ, настройке параметров оборудования и выборе инструмен-

та. Отметим, что в случае бумажной КД такие примечания и отметки всегда доступны на цеховой копии чертежей.

Следующая важная функция СИППП заключается в автоматическом информировании (сигнализации) о наличии изменений по документации, на основе которой в текущий момент выполняется или в ближайшем будущем будет выполняться операция. Корректность

версий конструкторской и технологической документации в соответствии с производственным заданием гарантируется системой.

Как минимум на время перехода от существующей "бумажной" модели к новой модели информационного обеспечения может потребоваться продолжение обеспечения некоторых рабочих бумажными экземплярами документов, поэтому система должна предоставлять ответственным за информационное обеспечение сотрудникам возможность печати необходимых документов.

Система должна предоставлять возможность для настройки и администрирования как под нужды конкретного пользователя, так и глобальной настройки системы, применяемой ко всем пользователям в части, например, настройки прав доступа пользователей, настройки отображаемой информации, настройки гибких процессов и выбор конкретных алгоритмов функционирования из предварительно подготовленных альтернативных вариантов.

Структура системы

Многие функциональные требования пересекаются с системами оперативного управления производства класса MES. Но в контексте рассматриваемой проблемы предложим архитектуру фокусного специализированного решения, что часто может быть более эффективно [4].

Рассмотрим модель СИППП (рис. 3). Предлагаемая схема отличается объединением документов из разнородных источников в едином хранилище готовых документов на файловом сервере с приведением документов к единому универсальному кроссплатформенному формату файлов электронных документов (PDF). Такая модель обеспечивает простую расширяемость системы по источникам данных вплоть до ручного добавления отсканированных с бумажных носителей документов. Подобная унификация одинаково рассчитана на предоставление информации из систем, оперирующих данными об изделии как в виде реляционной базы данных, так и в виде электронных документов.

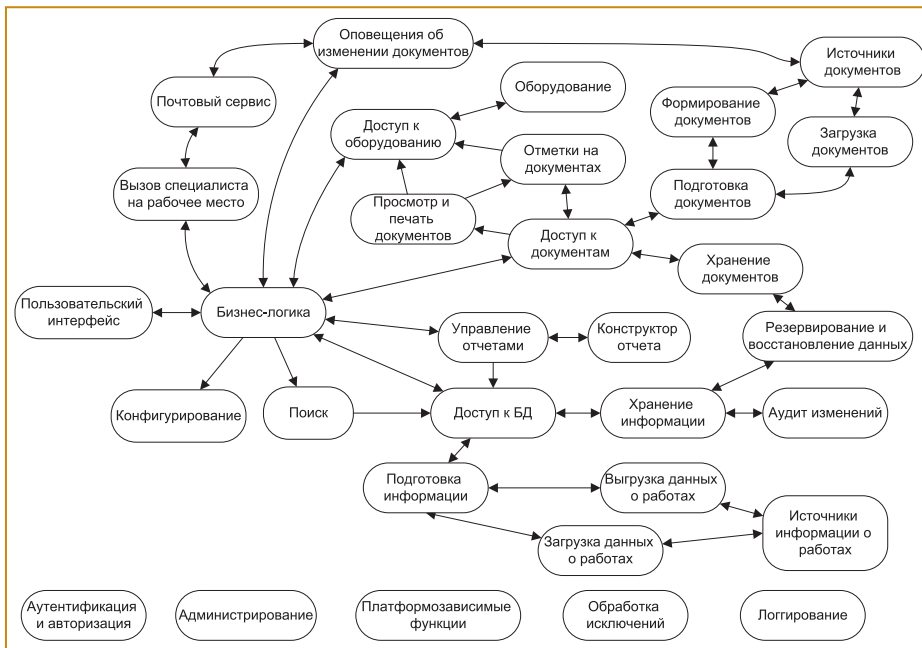


Рис. 3. Структура СИППП

Структура блоков представлена в виде ориентированного графа, где вершины — программные модули, а ребра — связи между ними: потоки данных документов и обращений (запросов) на их получение, вызовы модулей или запросы на выполнение каких-либо действий.

Рассмотрим особенности несколько наиболее важных программных модулей.

Пользовательский интерфейс отвечает за отображение информации в системе информационной поддержки и взаимодействие с пользователем. Пользовательский интерфейс осуществляет взаимодействие с другими объектами системы исключительно через программный модуль бизнес-логики, которому отправляет запросы для получения и обновления информации на отображение, запросы на получение электронных документов, документы с отметками и примечаниями для сохранения в промежуточном хранилище, запросы на выполнение действий в других модулях системы. Пользовательский интерфейс предоставляет возможность согласования ответственными специалистами текущей версии документации. Также в пользовательском интерфейсе закладывается функциональность по диспетчеризации производственных заданий и технологических операций.

Бизнес-логика — программный модуль, который отвечает за бизнес-правила работы системы. Служит ядром системы, связывающим пользователя с необходимой ему информацией и функциональными модулями, а также связывающим воедино большинство остальных модулей системы. В частности, модуль бизнес-логики реализует различные алгоритмы выдачи производственных заданий исполнителям, между которыми можно осуществлять выбор путем глобальной настройки через модуль администрирования.

Вызов специалиста на рабочее место — позволяет исполнителю технологических операций в случае нештатной ситуации вызвать на место обработки деталей и узлов конструктора, технолога или механика, обслуживающего оборудование, посредством почтового уведомления или, например, посредством сообщения на мобильный телефон.

Оповещения об изменении документов — осуществляет мониторинг изменений документации в источниках документов, который отвечает за уведомление посредством визуальной сигнализации в пользовательском интерфейсе и почтовых сообщений о наличии изменений по документации, по которой осуществляется или в ближайшее время будет осуществляться работа по операциям.

Доступ к БД — отвечает за формирование и отправку запросов в систему управления базами данных (СУБД) для извлечения информации из БД системы и обновления информации.

Хранение информации — совокупность программных модулей, которые отвечают за хранение и обработку информации в БД — СУБД. Возвращает по запросам данные из базы в слой доступа к БД, а также осуществляет обновление информации.

Аудит изменений — отвечает за аудит изменения данных в БД. Реализуется на уровне СУБД специальными таблицами и хранимыми процедурами.

Поиск — отвечает за поиск документов по произвольным или заранее определенным параметрам либо с помощью идентификации (например, через сканер штрих-кодов).

Подготовка информации — отвечает за подготовку информации о производственных заданиях, о технологических операциях. Загружает информацию о необходимых работах из внешних систем с использованием модуля загрузки данных о работах, выгружает во внешние системы информацию о выполнении соответствующих заданий и операций с использованием модуля выгрузки данных о работах. Подготовка включает в себя преобразование форматов информации при ее перемещении между источниками информации о работах и модулем хранения информации — базой системы информационной поддержки.

Загрузка данных о работах — отвечает за загрузку информации о производственных заданиях и технологических операциях из внешних систем (программные модули — источники информации о работах).

Выгрузка данных о работах — отвечает за выгрузку информации об исполнении производственных заданий и технологических операций во внешние системы (программные компоненты источники информации о работах). Информация о выполненных работах поступает вместе с запросом на выполнение выгрузки от модуля подготовки информации.

Источники информации о работах — множество программных модулей, которые являются внешними специализированными системами различных классов (например, MES), в которых имеется информация о производственных заданиях и технологических операциях на исполнение.

Доступ к документам — отвечает за доступ к документации, предоставляемой системой, включая отчеты. Вызов этого модуля осуществляется из модуля бизнес-логики, а извлеченные из хранилища документы передаются в программную компоненту просмотра и печати документов либо в компоненту отметок на документах, если документ запрошен на изменение.

Хранение документов — программно-аппаратное решение — специальное промежуточное хранилище документации в электронном виде. Реализуется как файловый сервер на основе СУБД либо как локальное хранилище. Заполнение, обновление и очистка документации в этом хранилище может осуществляться по различным алгоритмам в зависимости от запросов предприятия.

Просмотр и печать документов — программно-аппаратное решение, предназначенное для просмотра документов и печати их на бумажном носителе. Может быть реализовано различными способами: просмотр может осуществляться непосредственно во внешней системе — источнике документов, либо стандартными средствами ОС и специализированными (для опреде-

ленных форматов файлов) сторонними программами, либо непосредственно в интерфейсах системы информационной поддержки производственного персонала. Вывод на печать осуществляется с помощью принтеров (программно-аппаратная компонента оборудования), доступ к которым осуществляется через компоненту доступа к оборудованию.

Отметки на документах — программно-аппаратное решение, предназначенное для редактирования документов — проставления отметок и примечаний.

Подготовка документов — отвечает за предварительную подготовку документации в электронном виде, загрузку документов из внешних систем в промежуточное хранилище, обновление документов в промежуточном хранилище, удаление документов из промежуточного хранилища, преобразование форматов файлов электронных документов.

Загрузка документов — отвечает за извлечение документации из внешних систем — источников документов, непосредственно в виде готового документа.

Формирование документов — отвечает за формирование документов (в основном отчетов) на основе данных, хранящихся в базе системы информационной поддержки, либо на основе данных, хранящихся в базе внешней системы.

Источники документов — множество программных модулей, которые являются внешними специализированными системами различных классов (например, САПР ТП, PLM), содержащие готовые электронные документы или данные, на основе которых такие документы могут быть сформированы.

Почтовый сервис — программа, позволяющая отправлять сообщения на электронные почтовые адреса пользователей и получать эти сообщения.

В реальной системе присутствуют и другие стандартные модули и модули, которые являются частью

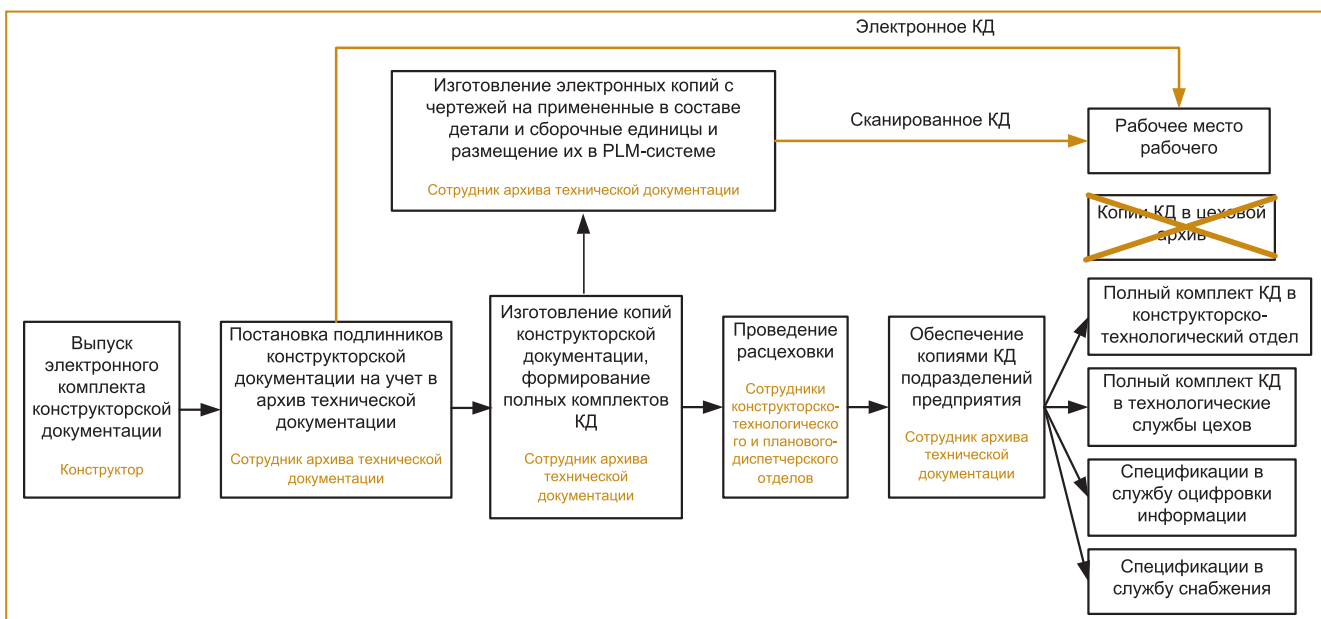


Рис. 4. Схема обеспечения электронными чертежами рабочего места исполнителя технологических операций

сквозной функциональности ИТ-ландшафта предприятия и взаимодействуют со всеми другими модулями системы, в частности: аутентификация и авторизация, администрирование, логгирование, обработка исключений, платформозависимые функции и пр.

Использование системы

Внедрение информационно-управляющей системы, отражающей предлагаемую схему, изменяет процесс организации производства. Причем, эти изменения не носят революционного характера, могут быть внедрены поэтапно, но при этом существенно увеличивают эффективность цеховых процессов. На рис. 4 представлена схема обеспечения рабочих в цеху электронными чертежами.

Разработанный прототип СИППП и его эксплуатация подтвердили выгоды от использования такой системы, а именно:

- сокращение времени обеспечения производства актуальной документацией на 60...80%;
- уменьшение ошибок и брака на производстве из-за работ по несоответствующей (неактуальной) документации;
- устранение прямых затрат времени исполнителя операций на получение бумажной документации и затрат времени ответственных за выдачу документов сотрудников.

Заключение

В работе рассмотрен вопрос повышения эффективности процесса подготовки производства в части информационного обеспечения производственного персонала за счет предоставления информации в электронном виде на цеховом уровне предприятий. Подход совмещает разработку сложных изделий с многономенклатурным единичным и мелкосерийным дискретным производством.

Абакумов Евгений Михайлович — д-р техн. наук, доцент, директор департамента ИТ ГК Росатом

Кожевников Николай Орестович — начальник отдела,

Казанбеков Салман Бинямиевич — заместитель начальника научно-исследовательского отдела ФГУП

"Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики" (ВНИИА).

Решетников Игорь Станиславович — канд. техн. наук, старший научный сотрудник ИПУ РАН.

Контактный телефон (495) 334-87-59.

E-mail: kno@vniia.ru

Внимание к деталям в огромной степени определяет успешную реализацию бизнес-идей.

Ричард Брэнсон

Предлагаемая структура модулей программно-технической системы информационной поддержки производственного персонала является оптимальным балансом между сложностью и эффективностью.

Статья развивает модель разумного сосуществования бумажных версий и электронного оборота КД в рамках предприятия [5] и предлагает метод повышения эффективности без кардинальных изменений в структуре производственного процесса.

Реальная эксплуатация показала, что разработанное программно-техническое решение способствует повышению эффективности процесса подготовки производства за счет сокращения обеспечения производства актуальной утвержденной электронной документацией на 60...80%.

Список литературы

1. *Kutin A., Dolgov V., Sedykh M., Ivashin S.* Integration of different computer-aided systems in product designing and process planning on digital manufacturing // *Procedia CIRP*. 2018. 67. p. 476-481.
2. *Yoon, S., Suh, S.-H.* Manufacturing Information Bus from the Perspective of CyberPhysical Manufacturing System (CPMS) // *IFAC PapersOnLine*. 2016. 49-31. p. 103-108.
3. *Abakimov E.* 2017. Model of Radical Changes and Introduction of Discrete Production Management System // *In Proceedings of the 19th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2017)*. 2, p. 483-486.
4. *Решетников И.С.* Системный ландшафт современной АСУПП // *Автоматизация в промышленности*. 2019. №8. с. 21-27.
5. *Решетников И.С.* MES: стратегическая инициатива, М.: НГСС. 2019.

ИС-КПД: Учет рабочего времени

Компания «ИС-КПД» расширила функциональность «ИС:ERP Управление предприятием» с помощью модуля «ИС-КПД: Учет рабочего времени».

Модуль позволяет вести учет рабочего времени, основываясь на информации сотрудников. После установки расширения, у пользователей появляется специальная форма, куда они должны заносить информацию о затраченном рабочем времени. Кроме того, модуль поддерживает ведение учета в трех режимах: в количественном показателе, во временном показателе и комбинированный режим. В режиме количественного показателя модуль учитывает, к примеру, сколько было проведено документов определенных типов пользователем. В режиме временного показателя модуль учитывает сколько времени пользователь провел в документах определенного типа. Комбинированный режим показывает информацию сразу двух показателей и перекрестно анализирует полученные данные.

<https://www.ic-kpd.ru>