2020 Т. 50 № 1 / Техника и технология пищевых производств / Food Processing: Techniques and Technology
ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-167-175
УДК 681.5[005.6:664]

Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Разработка программного продукта для автоматизации учета несоответствий и нарушений критических пределов на производстве

Н. Б. Трофимова[1,*], Е. О. Ермолаева[1], И. Е. Трофимов[2]

[1] *ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6*

[2] *ООО «Калитеро», 123060, Россия, Москва, ул. Маршала Рыбалко, 2*

**e-mail: koptelovanat@yandex.ru*

Дата поступления в редакцию: 27.12.2019
Дата принятия в печать: 23.03.2020

© Н. Б. Трофимова, Е. О. Ермолаева, И. Е. Трофимов, 2020

Аннотация.
Введение. Внедрение современных методов менеджмента на пищевых предприятиях является ответом на вызовы времени и законодательно закрепленной необходимостью. Для повышения результативности и эффективности управляющих воздействий в рамках систем менеджмента безопасности пищевой продукции целесообразно использовать статистические методы и информационные технологии, объединение которых даст максимальные возможности передовым организациям.
Объекты и методы исследования. Изучен рынок готовых высокотехнологичных решений вопроса автоматизации процессов, внедряемых или действующих систем менеджмента, в том числе основанных на принципах ХАССП, определена необходимость разработки программного продукта для учета и анализа несоответствий в рамках процессов и выхода контролируемых параметров за допустимые пределы в критических контрольных точках производства.
Результаты и их обсуждение. На примере предприятия пищевой отрасли (мясоперерабатывающей промышленности) изучен процесс учета несоответствий и нарушения допустимых пределов в критических контрольных точках. Разработан универсальный программный продукт, позволяющий операторам вносить в систему сведения о нарушениях и простоях, а руководителям бригад и подразделений выявлять и устранять причины несоответствий, контролировать технологические процессы и получать своевременные отчеты по интересующему набору данных.
Выводы. В ходе апробации программного обеспечения в условиях производственного цеха была изучена динамика изменения затрат рабочего времени специалистов на фиксацию замечаний и работы по их анализу и устранению. Она показала сокращение потерь временных ресурсов на 6,77 % у операторов и на 2,4 % у линейных руководителей. Программа может применяться специалистами предприятия, внедряющими и поддерживающими систему менеджмента предприятия. Имеет практическую значимость у профильных предприятий Кузбасса.

Ключевые слова. Информационные технологии, автоматизирование, регистрация, отклонение, качество, безопасность

Финансирование. Работа выполнена на базе ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», разработка программного продукта финансировалась из собственных средств.

Для цитирования: Трофимова, Н. Б. Разработка программного продукта для автоматизации учета несоответствий и нарушений критических пределов на производстве / Н. Б. Трофимова, Е. О. Ермолаева, И. Е. Трофимов // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 167–175. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-167-175.

Original article

Available online at http://fptt.ru/eng

Development of a Software Product for the Automation of Hazard Analysis and Critical Control Points in Food Production

N.B. Trofimova[1,*], E.O. Ermolaeva[1], I.E. Trofimov[2]

[1] *Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia*

[2] *LLC Kalitero, 2, Marshal Rybalko Str., Moscow, 123060, Russia*

**e-mail: koptelovanat@yandex.ru*

Received: December 27, 2019
Accepted: March 03, 2020

© N.B. Trofimova, E.O. Ermolaeva, I.E. Trofimov, 2020

Abstract.
Introduction. The introduction of modern management methods in food enterprises is a response to the challenges of time and an institutionalized requirement. Statistical methods and information technologies can improve control in food safety management systems. Their combination provides maximum opportunities for leading food industry organizations.
Study objects and methods. The research featured the market of ready-made high-tech solutions in process automation and existing management systems, including those based on the principles of Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP). The study revealed a need for a software product for HACCP in food production.
Results and discussion. The paper describes a case of a meat processing plant and how the management controls the HACCP. The authors developed a universal software product that allows operators to enter information about violations and downtimes into the system. Using this product, team leaders and department heads can easily identify and eliminate the causes of hazards while controlling technological processes and receiving timely reports.
Conclusion. The software was tested in a production workshop to identify the time specialists need respond to comments and solve problems. The obtained data showed a decrease in loss of time resources by 6.77% for operators and 2.4% for line managers. The highly adaptable program can be used by specialists who work with management systems for food enterprises of Kuzbass. The IBM PC-compatible software product (2.2 MB) makes it possible to work in various Microsoft Windows operating systems and use Microsoft SQL Server 2012 to store data. The computer program was successfully registered with the Federal Service for Intellectual Property (State Registration Certificate No. 2018665743 of 12/10/2018).

Keywords. Information technology, automation, registration, rejection, quality, security

Funding. The research was performed on the premises of the Kemerovo State University and was funded from own funds.

For citation: Trofimova NB, Ermolaeva EO, Trofimov IE. Development of a Software Product for the Automation of Hazard Analysis and Critical Control Points in Food Production. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):167–175. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-167-175.

Введение

Темпы развития современной экономики постоянно ускоряются. Необходимостью, обеспечивающей сохранение и усиление позиций на рынке, а иногда и определяющей вопрос самого существования, для предприятий всех отраслей промышленности становится постоянное повышение собственной конкурентоспособности через повышение качества поставляемой продукции или оказываемых услуг, оптимизацию затрат всех видов ресурсов, сокращение вредного воздействия на окружающую среду. Кроме того, к этим мерам представителей бизнеса толкают постоянно ужесточающиеся нормы законодательства (трудового, экологического и др.). Каждая организация выбирает свой вектор развития и инструменты, помогающие достичь намеченных целей: проверенные годами международные стандарты (ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000), признанные практики (стандарт GMP (Good Manufacturing Practic, Надлежащая производственная практика)), отраслевые требования, достижения мировых лидеров в своей сфере или новейшие и еще не апробированные разработки [4][1]. Большинство этих подходов («бережливое производство», системы менеджмента качества и безопасности пищевой продукции) предписывают предприятиям извлекать положительный опыт из негативных ситуаций и несоответствий, выявляемых в производственных и управленческих процессах, путем глубокого анализа и устранения причин, вызванных за собой нарушение установленных требований.

Для организаций, задействованных в цепочке поставки пищевой продукции, обязательным к выполнению является Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), обязывающий производителей разработать, внедрить и поддерживать в рабочем состоянии систему менеджмента, основанную на принципах ХАССП (HACCP). Данная система включает выявление угроз безопасности конечной продукции для потребителя, анализ рисков, установление в производственном процессе критических контрольных точек, выбор предельно допустимых значений для параметров, подлежащих мониторингу, средств и способов их контроля и учета, определение необходимой коррекции и корректирующих действий в случае нарушения критических пределов, а также формирование прослеживаемости данных, подтверждающих отсутствие опасностей на каждой производственной операции.

Когда речь идет о крупном предприятии, располагающем несколькими производственными линиями, внушительной номенклатурой продукции и большим количеством сотрудников, актуальным становится вопрос своевременности принятия управленческих решений, основанных на фактическом состоянии дел в производственных под-

[1] ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. М. : Стандартинформ, 2018. – 32 с.

разделениях. Необходимо универсальное решение, позволяющее, с одной стороны, обеспечить доступ высшего руководства компании к актуальной информации о состоянии системы, обеспечивающей безопасность, а с другой – собирать и систематизировать данные по различным нарушениям с целью минимизации их количества в дальнейшем. Эта потребность обуславливает актуальность разработки программного продукта, включающего в себя сочетание современных информационных технологий и достоверных статистических методов [6–10, 14–23][2].

Целью работы является разработка программного продукта «Учет опасных факторов и несоответствий процессов производства пищевой продукции», обеспечивающего обмен информацией о зарегистрированных отклонениях по показателям качества и безопасности продукции, о нарушениях в процессах системы менеджмента между структурными подразделениями и единицами руководящего состава крупного предприятия или холдинга и позволяющего проводить мониторинг и анализ выбранных процессов.

Объекты и методы исследования

Изучив рынок программных продуктов, обеспечивающих автоматизацию учета несоответствий, был сделан вывод о том, что поставленная цель может быть достигнута с использованием специализированных информационных систем или платформы 1С:Предприятие (с доработками) [6, 7]. Преимуществом использования готовых решений является экономия времени при разработке ПО и возможность применения уже систематизированного опыта организаций, выраженного в готовых формах. К недостаткам можно отнести высокую стоимость приобретения лицензии и отсутствие возможности оперативного внесения изменений в формы программы для адаптации под нужды конкретного предприятия. На основании данного анализа было принято решение о разработке собственного программного продукта, полностью отвечающего потребностям предприятия и его системе менеджмента.

На стадии проектирования были выделены следующие функции разрабатываемого продукта: регистрация возникшего несоответствия оператором (с описанием последствий несоответствия), указание этапа производства и спровоцировавшего указанное несоответствие опасного фактора. Программа должна производить регистрацию данных в едином реестре, присваивая каждой записи порядковый номер (id), фиксируя дату и время возникновения несоответствия, а также данные оператора, зарегистрировавшего несоответствие.

[2] ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – 2011. – 242 с.

Рисунок 1. Обобщенная схема данных программного продукта «Учет опасных факторов и несоответствий процессов производства пищевой продукции»

Figure 1. Generalized data chart of the software product “HACCP in food production processes”

По запросу пользователя собранные данные должны автоматически формироваться в отчеты – как текстовые, так и в виде графика (диаграммы), демонстрирующие все данные в виде графического отображения с пояснениями. На основе такого отчета можно сделать вывод о частоте возникновения несоответствий, провоцирующих нарушения опасных факторах, а также иметь представление о динамике возникновения опасностей.

Обобщенная схема данных программного продукта «Учет опасных факторов и несоответствий процессов производства пищевой продукции» представлена на рисунке 1.

В проектируемой системе предусматривались следующие возможности:

– авторизация пользователей трех уровней;

– добавление несоответствий, указание их причин, последствий, сведений о коррекциях и корректирующих действиях по ним;

– фильтрация записей о несоответствиях по их параметрам;

– выгрузка отчетов в документы Microsoft Excel и Microsoft Word.

Программный продукт должен позволять ранжировать пользователей по 3 категориям: оператор, руководитель, администратор. Функционал для каждой категории должен соответствовать распределяемым функциям. Оператор несет ответственность за регистрацию данных об обнаруженных несоответствиях в производственном процессе, реализацию коррекций/корректирующих действий, внесение соответствующих данных в систему. Руководитель ответственен за установление причины нарушения, оценку результативности проведенных мероприятий, за осуществление контрольных функций. Администратор распределяет роли пользователей первых двух групп, имеет техническую возможность изменять значения заполненных ошибочно полей, управляет содержанием справочников сотрудников, ГОСТов и их пунктов.

Возможности внесения служебной информации (направления, подразделения, регистрация пользователей и т. п.) должны соответствовать правам администратора программы. Доступ к отчетам должен быть открыт всем категориям пользователей. Это необходимо для выполнения одного из ключевых принципов менеджмента – «вовлечение сотрудников» через повышение их информированности о результатах собственной работы и ее влиянии на общие показатели эффективности компании[1]. Данные отчеты ежеквартально рассматриваются на заседании рабочей группы ХАССП (группы по качеству и безопасности производимой продукции) и являются исходными данными для ежегодного анализа со стороны руководства предприятия.

Общие системные требования к программному обеспечению сформулированы исходя из имеющейся на предприятии инфраструктуры – совместимость с IBM PC, возможность использования в операционных системах Microsoft Windows XP/Vista/7/8/10, небольшой объем дистрибутива программы (до 100 Мб) для удобства установки на персональные компьютеры пользователей в различных цехах.

Результаты и их обсуждение

Разработанный IBM PC-совместимый программный продукт соответствует сформулированным в техническом задании предприятия требования – позволяет работать в различных операционных системах семейства Microsoft Windows (XP/Vista/7/8/10), использовать для хранения данных СУБД Microsoft SQL Server 2012, занимает 2,2 Мб. Программа для ЭВМ успешно прошла регистрацию в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Свидетельство о государственной регистрации № 2018665743 от 10.12.2018 г.) [8].

После авторизации (рис. 2) пользователь приложения имеет доступ к формам: регистрация несоответствия (рис. 3), анализ несоответствий (рис. 4), отчет о несоответствиях.

Форма регистрации несоответствий содержит автоматически заполняемую информацию о предприятии, данные авторизованного в системе оператора, фиксирующего наблюдения о нарушениях в ходе осуществления процесса.

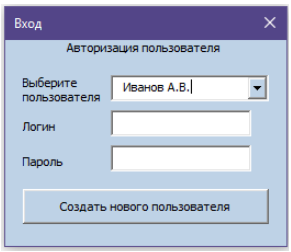

Рисунок 2. Окно авторизации пользователя

Figure 2. User authorization window

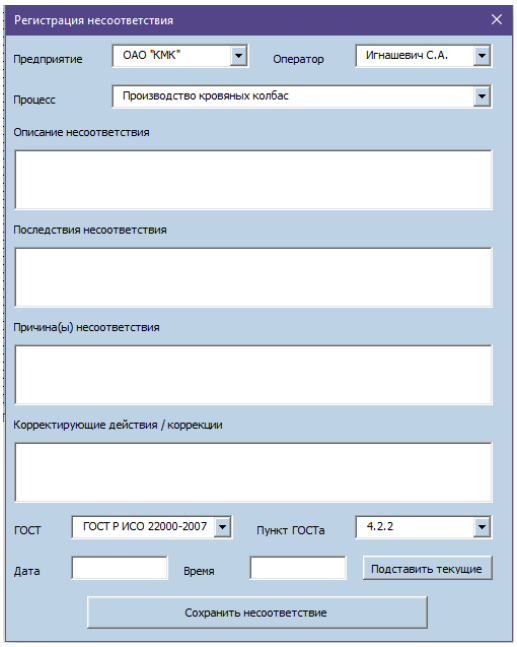

Рисунок 3. Окно регистрации несоответствия

Figure 3. Hazard detection window

Заполняемая оператором и руководством часть формы регистрации несоответствия предполагает внесение следующей информации:

– процесс (технологическая операция);

– описание несоответствия (текстовое поле для фиксации замечания, выявленного в работе);

– последствия несоответствия (фактические негативные явления, отмеченные оператором, и возможные риски в будущем);

– причины, повлекшие за собой фиксируемое несоответствие;

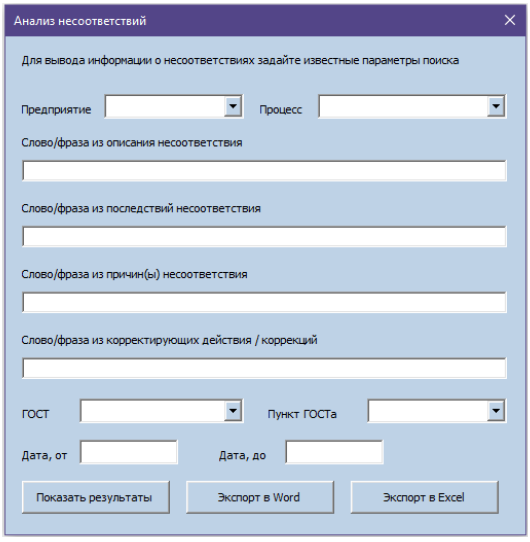

Рисунок 4. Окно анализа несоответствий

Figure 4. Hazard analysis window

корректирующие действия и/или коррекции, предпринятые по отношению к нарушению допустимых критических пределов;
– обозначение стандарта, требования которого нарушены (в перечислении присутствуют как НД на продукцию, так и на системы менеджмента;
– нарушенный пункт стандарта;
– дата и время с возможностью автоматической подстановки текущего значения.

Программа хранит и систематизирует внесенные сведения, позволяя проводить мониторинг процессов, что является неотъемлемой частью любой внедренной системы менеджмента безопасности пищевой продукции, соответствующей как действующему ГОСТ Р ИСО 22000-2007, так и вновь принятому ISO 22000-2018 [5].

Сортировать и анализировать собранные данные пользователи могут по следующим параметрам: фильтр по названию предприятия; фильтр по процессу (линии, технологии); ключевое слово/выражение из описания несоответствия; ключевое слово/выражение из возможных последствий; ключевое слово/выражение из предполагаемых причин нарушения; ключевое слово/выражение в формулировках мер по устранению замечания и его причин; фильтр по обозначению стандарта; фильтр по разделам и пунктам выбранного ранее стандарта; ограничение выдачи конкретными датами и временем.

Формирование и выдача отчетной информации полностью автоматизирована, что позволяет устранить потери временного ресурса операторов и линейных руководителей предприятия. В программе представлена возможность составить и выгрузить отчет по любым пользовательским параметрам (рис. 4) или быстро получить один из заранее разработанных и формируемых по шаблону отчетов:
– ежесменный/еженедельный/ежемесячный/ежеквартальный отчет о несоответствиях;
– ежесменный/еженедельный/ежемесячный/ежеквартальный отчет по анализу нарушений в ККТ;
– ежесменный/еженедельный/ежемесячный/ежеквартальный отчет по анализу результативности устранения несоответствий и выполнения коррекций;
– еженедельный/ежемесячный/ежеквартальный отчет по анализу корректирующих действий;
– ежеквартальный отчет для заседания рабочей группы ХАССП;
– ежегодный отчет для анализа со стороны руководства;
– выборка данных по несоответствиям смены № X;
– отчет о функционировании ПО (для администратора).

Любые выборки данных и сформированные отчеты могут быть экспортированы в Microsoft Word или Microsoft Excel.

Для апробации разработанного программного продукта был выбран цех мясопереработки № 1 ООО «АГ – Кемеровский мясокомбинат» где уже более полутора лет результативно функционировала внедренная система менеджмента безопасности пищевой продукции. Основные производственные процессы цеха № 1 с указанием количества критических контрольных точек где осуществляется постоянный мониторинг и усиленный ежесменный контроль со стороны начальника цеха:
– сортировка мясного сырья (1 ККТ);
– разделка и обвалка (2 ККТ);
– производство мясной продукции (9 ККТ для разных видов готовой продукции);
– охлаждение (1 ККТ);
– упаковка (0 ККТ);
– транспортировка на склад готовой продукции (1 ККТ);
– хранение и утилизация отходов производства (1 ККТ).

В связи с большим количеством различных технологических процессов и операций в цехе № 1, а также с учетом специфики производства различной номенклатуры продукции разными сменами работников было принято решение о поэтапном внедрении программного продукта.

На первом этапе было проведено картирование всех процессов в цехе, сделаны «фотографии рабочего дня» каждого сотрудника, после чего на рабочие персональные компьютеры всех сотрудников подразделения была установлена разработанная программа «Учет опасных факторов и несоответствий процессов производства пищевой продукции».

Второй этап включал в себя обучение работников принципам заполнения форм и формирования отчетов, были разработаны инструкции для каждой категории пользователей и памятки, размещенные на каждом рабочем месте, оборудованном персональным компьютером.

После ознакомления с функционалом ПО сотрудников начался третий этап – двухмесячный тестовый период эксплуатации системы, во время которого опрашивались пользователи для выяснения пожеланий и рекомендаций, которые были рассмотрены и частично реализованы при следующем релизе ПО.

Апробация проводилась на крупном мясоперерабатывающем предприятии Кузбасса – ООО «АГ – Кемеровский мясокомбинат», входящем в агропромышленный холдинг «Сибирская Аграрная Группа». Объем производства мясопродуктов – 50 тонн в сутки.

Четвертый этап включал оценку результативности и эффективности использования программного продукта. Специалисты службы качества повторно провели анализ затрат рабочего времени сотрудников (через составление «фотографий рабочего дня»), который выявил снижение потерь времени на регистрацию и анализ данных. Замеры проводились в

Таблица 1. Анализ затрат времени работников с учетом использования ПО «Учет опасных факторов и несоответствий процессов производства пищевой продукции»

Table 1. Time costs after using software “HACCP in food production processes”

Категория сотрудников	Количество сотрудников	Категория операций	Время на операции в смену (до внедрения ПО), мин	Время на операции в смену (после внедрения ПО), мин	Изменения времени выполнения операций, мин
Оператор	32	Регистрация данных	120,0	93,0	27,0
		Анализ данных	23,0	21,0	2,0
		Выполнение мероприятий	245,0	242,0	3,0
		Прочее	92,0	91,5	0,5
Руководитель	5	Регистрация данных	17,0	14,5	2,5
		Анализ данных	83,0	74,0	9,0
		Разработка мероприятий	156,0	152,5	3,5
		Выполнение мероприятий	84,0	86,0	–2,0
		Прочее	140,0	141,5	–1,5

каждой из трех смен, работающих в течении недели (7 смен по 8 часов). В таблице 1 представлены усредненные данные анализа

Из данных таблицы 1 видно, что экономия рабочего времени операторов при использовании разработанной программы составляет 32,5 минуты в смену (6,77 % от всего рабочего времени) и достигается за счет замены бумажных журналов фиксации данных на удобную электронную форму. Затраты времени руководителей среднего звена сократились на 11,5 минут на каждый рабочий день (2,4 % рабочего времени) за счет автоматизации анализа и отчетности по выявленным проблемам и остановкам технологических процессов.

Программа имеет высокую степень адаптивности под задачи конкретных производств и может применяться специалистами службы предприятия, внедряющими и поддерживающими систему менеджмента безопасности пищевой продукции или интегрированную систему менеджмента предприятия.

Выводы

Таким образом, предложены рекомендации по совершенствованию и автоматизации процесса «Учет опасных факторов и несоответствий процессов производства пищевой продукции». Разработаны и апробированы в условиях крупного мясоперерабатывающего предприятия формы и структура хранения и обработки данных, позволяющие повысить результативность процесса управления несоответствиями и сократить затраты времени на учет и отчетность по нарушениям в процессах системы менеджмента.

Критерий авторства

Н. Б. Трофимова занималась сбором данных и подготовкой к публикации данной статьи, участвовала в создании программного продукта. Е. О. Ермолаева руководила проектом создания и внедрения СМБПП на предприятии, включая автоматизацию процессов учета и анализа данных. И. Е. Трофимов реализовывал проект и внедрение СМБПП на предприятии, включая автоматизацию процессов учета и анализа данных, руководил созданием программного продукта «Учет опасных факторов и несоответствий процессов производства пищевой продукции» и его регистрацией в Роспатенте.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

N.B. Trofimova collected data, participated in the development of the software, and worked on the manuscript. E.O. Ermolaeva supervised the project for the development and implementation of the Food Safety Management System, including the HACCP automation. I.E. Trofimov implemented the project and the Food Safety Management System at the enterprise, including the HACCP automation, supervised the development of the HACCP software product, and registered it in the Russian federal Agency for Intellectual Property.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Ермолаева, Е. О. Идентификация и устранение рисков в жизненном цикле продуктов питания / Е. О. Ермолаева. – Кемерово : КемТИПП, 2015. – 110 с.

2. Трофимова, Н. Б. Применение риск-ориентированного подхода при совершенствовании системы менеджмента на предприятиях агропромышленного комплекса / Н. Б. Трофимова, Е. А. Рубашанова, В. М. Позняковский // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 759–763.

3. Muda, I. Influence of human resources to the effect of system quality and information quality on the user satisfaction of accrual-based accounting system / I. Muda, E. Afrina // Contaduria y Administracion. – 2019. – Vol. 64, № 2. – P. 1–24. DOI: https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1667.

4. Food safety management systems based on ISO 22000:2018 methodology of hazard analysis compared to ISO 22000:2005 / H. Chen, S. Liu, Y. Chen [et al.] // Accreditation and Quality Assurance. – 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/s00769-019-01409-4.

5. Разработка программного продукта для обеспечения процесса внутреннего аудита пищевого предприятия / Д. В. Россиева, Е. О. Ермолаева, Н. Б. Трофимова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 46, № 3. – С. 135–140.

6. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2018666105, Российская Федерация. Экспертная система определения опасностей и контрольных точек производственных процессов по принципам ХАССП / Сурков И. В., Ермолаева Е. О., Россиева Д. В. [и др.]. – № 2018663719; заявл. 30.11.2018.

7. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2017616985, Российская Федерация. Учет и анализ несоответствий внутреннего аудита интегрированной системы менеджмента (Учет и анализ несоответствий внутреннего аудита ИСМ) / Сурков И. В., Ермолаева Е. О., Россиева Д. В. [и др.]. – № 2017611860; заявл. 07.03.2017.

8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2018665743, Российская Федерация. Учет опасных факторов и несоответствий процессов производства пищевой продукции / Прохоров А. А., Ермолаева Е. О., Трофимова Н. Б. [и др.]. – № 2018663675; заявл. 30.11.2018.

9. Keeping data at the edge of smart irrigation networks: A case study in strawberry greenhouses / C. M. Angelopoulos, G. Filios, S. Nikoletseas [et al.] // Computer Networks. – 2020. – Vol. 167. DOI: https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.107039.

10. Prosekov, A. Yu. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A. Yu. Prosekov, S. A. Ivanova // Foods and Raw Materials. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 201–211. DOI: https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211.

11. QSAR/QSPR models based on quantum chemistry for risk assessment of pesticides according to current European legislation / J. J. Villaverde, B. Sevilla-Morán, C. López-Goti [et al.] // SAR and QSAR in Environmental Research. – 2020. – Vol. 31, № 1. – P. 49–72. DOI: https://doi.org/10.1080/1062936X.2019.1692368.

12. Utilizing software design patterns in product-driven manufacturing system: A case study / D. Drozdov, U. D. Atmojo, C. Pang [et al.] // Studies in Computational Intelligence. – 2020. – Vol. 853. – P. 301–312. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-27477-1_23.

13. Assuncao, W. K. G. Automatic extraction of product line architecture and feature models from UML class diagram variants / W. K. G. Assuncao, S. R. Vergilio, R. E. Lopez-Herrejon // Information and Software Technology. – 2020. – Vol. 117. DOI: https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.106198.

14. Product lifecycle management service system / D. Woźniak, B. Gohardani, E. Majchrzak [et al.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Vol. 1035. – P. 525–533. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-29035-1_51.

15. Wang, L. Evolutionary game analysis on government supervision and dairy enterprise in the process of product recall in China / L. Wang, C. Liu // International Journal of Information Systems in the Service Sector. – 2020. – Vol. 12, № 1. – P. 44–66. DOI: https://doi.org/10.4018/IJISSS.2020010104.

16. Project-level audits as part of an effective quality assurance process: Applied practices and relevant lessons learned / M. Değerli, E. K. Özbudak, A. Asli Aytaç [et al.] // CEUR Workshop Proceedings. – 2017. – Vol. 1980. – P. 391–402.

17. Salehi, V. Development of an agile concept for MBSE for future digital products through the entire life cycle management called Munich agile MBSE concept (MAGIC) / V. Salehi // Computer-Aided Design and Applications. – 2020. – Vol. 17, № 1. – P. 147–166. DOI: https://doi.org/10.14733/cadaps.2020.147-166.

18. Automatic selenium code generation for testing / N. Rathi, R. Srivathsav, R. Chitlangia [et al.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Vol. 1039. – P. 194–200. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-30465-2_22.

19. Ekren, B. Y. A simulation-based experimental design for SBS/RS warehouse design by considering energy related performance metrics / B. Y. Ekren // Simulation Modelling Practice and Theory. – 2020. – Vol. 98. DOI: https://doi.org/10.1016/j.simpat.2019.101991.

20. Zeller, A. Functional verification of distributed automation systems: Assisting production line operators by an automated model composition / A. Zeller, N. Jazdi, M. Weyrich // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2019. – Vol. 105, № 9. – P. 3991–4004. DOI: https://doi.org/10.1007/s00170-019-03791-2.

21. Recognition of fusarium head blight wheat grain based on hyperspectral data processing algorithm / S. Liu, X. Tan, C.-Y. Liu [et al.] // Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi/Spectroscopy and Spectral Analysis. – 2019. – Vol. 39, № 11. – P. 3540–3546. DOI: https://doi.org/10.3964/j.issn.1000-0593(2019)11-3540-07.

22. Krueger, C. Feature-based systems and software product line engineering with Gears from BigLever / C. Krueger, P. Clements // ACM International Conference Proceeding Series. – 2019. DOI: https://doi.org/10.1145/3307630.3342393.

23. Gupta, A. Smart control and monitoring of bottle filling system based on SCADA / A. Gupta, S. Maurya, A. Kumar // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 8, № 2. – P. 2117–2119. DOI: https://doi.org/10.35940/ijrte.B1214.0982S1119.

References

1. Ermolaeva EO. Identifikatsiya i ustranenie riskov v zhiznennom tsikle produktov pitaniya [Identification and elimination of hazards in the life cycle of food]. Kemerovo: Kemerovo Technological Institute of Food Industry; 2015. 110 p. (In Russ.).

2. Trofimova NB, Rubashanova EA, Poznyakovskiy VM. Using risk-oriented approach when improving the management system at the enterprises of agro-industrial complex. Agro-Industrial Complex of Russia. 2017;24(3):759–763. (In Russ.).

3. Muda I, Afrina E. Influence of human resources to the effect of system quality and information quality on the user satisfaction of accrual-based accounting system. Contaduria y Administracion. 2019;64(2):1–24. DOI: https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1667.

4. Chen H, Liu S, Chen Y, Chen C, Yang H, Chen Y. Food safety management systems based on ISO 22000:2018 methodology of hazard analysis compared to ISO 22000:2005. Accreditation and Quality Assurance. 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/s00769-019-01409-4.

5. Rossieva DV, Ermolaeva EO, Trofimova NB, Trofimov IE. Development of software product to support the process of internal audit of a food company. Food Processing: Techniques and Technology. 2017;46(3):135–140. (In Russ.).

6. Surkov IV, Ermolaeva EO, Rossieva DV, Trofimova NB, Trofimov IE. Ehkspertnaya sistema opredeleniya opasnostey i kontrol′nykh tochek proizvodstvennykh protsessov po printsipam KHASSP [Expert system for determining hazards and control points of production processes according to the principles of HACCP]. Certificate of software registration № 2018666105. 2018.

7. Surkov IV, Ermolaeva EO, Rossieva DV, Trofimova NB, Trofimov IE. Uchet i analiz nesootvetstviy vnutrennego audita integrirovannoy sistemy menedzhmenta (Uchet i analiz nesootvetstviy vnutrennego audita ISM) [Accounting and analysis of hazards of the internal audit of the integrated management system (Accounting and analysis of inconsistencies of the internal audit of the IMS)]. Certificate of software registration № 2017616985. 2017.

8. Prokhorov AA, Ermolaeva EO, Trofimova NB, Trofimov IE. Uchet opasnykh faktorov i nesootvetstviy protsessov proizvodstva pishchevoy produktsii [Hazard analysis and control points in food production processes]. Certificate of software registration № 2018665743. 2018.

9. Angelopoulos CM, Filios G, Nikoletseas S, Raptis TP. Keeping data at the edge of smart irrigation networks: A case study in strawberry greenhouses. Computer Networks. 2020;167. DOI: https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.107039.

10. Prosekov AYu, Ivanova SA. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world. Foods and Raw Materials. 2016;4(2):201–211. DOI: https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211.

11. Villaverde JJ, Sevilla-Moran B, Lopez-Goti C, Alonso-Prados JL, Sandín-Espana P. QSAR/QSPR models based on quantum chemistry for risk assessment of pesticides according to current European legislation. SAR and QSAR in Environmental Research. 2020;31(1):49–72. DOI: https://doi.org/10.1080/1062936X.2019.1692368.

12. Drozdov D, Atmojo UD, Pang C, Patil S, Ali MI, Tenhunen A, et al. Utilizing software design patterns in product-driven manufacturing system: A case study. Studies in Computational Intelligence. 2020;853:301–312. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-27477-1_23.

13. Assuncao WKG, Vergilio SR, Lopez-Herrejon RE. Automatic extraction of product line architecture and feature models from UML class diagram variants. Information and Software Technology. 2020;117. DOI: https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.106198.

14. Woźniak D, Gohardani B, Majchrzak E, Hoti E, Urikova O. Product lifecycle management service system. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020;1035:525–533. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-29035-1_51.

15. Wang L, Liu C. Evolutionary game analysis on government supervision and dairy enterprise in the process of product recall in China. International Journal of Information Systems in the Service Sector. 2020;12(1):44–66. DOI: https://doi.org/10.4018/IJISSS.2020010104.

16. Değerli M, Özbudak EK, Asli Aytaç A, Nur Çolakoğlu F, Demirel OE. Project-level audits as part of an effective quality assurance process: Applied practices and relevant lessons learned. CEUR Workshop Proceedings. 2017;1980:391–402.

17. Salehi V. Development of an agile concept for MBSE for future digital products through the entire life cycle management called Munich agile MBSE concept (MAGIC). Computer-Aided Design and Applications. 2020;17(1):147–166. DOI: https://doi.org/10.14733/cadaps.2020.147-166.

18. Rathi N, Srivathsav R, Chitlangia R, Pachghare VK. Automatic selenium code generation for testing. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020;1039:194–200. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-30465-2_22.

19. Ekren BY. A simulation-based experimental design for SBS/RS warehouse design by considering energy related performance metrics. Simulation Modelling Practice and Theory. 2020;98. DOI: https://doi.org/10.1016/j.simpat.2019.101991.

20. Zeller A, Jazdi N, Weyrich M. Functional verification of distributed automation systems: Assisting production line operators by an automated model composition. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2019;105(9):3991–4004. DOI: https://doi.org/10.1007/s00170-019-03791-2.

21. Liu S, Tan X, Liu C-Y, Zhu C-L, Li W-H, Cui S, et al. Recognition of fusarium head blight wheat grain based on hyperspectral data processing algorithm. Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi/Spectroscopy and Spectral Analysis. 2019;39(11):3540–3546. DOI: https://doi.org/10.3964/j.issn.1000-0593(2019)11-3540-07.

22. Krueger C, Clements P. Feature-based systems and software product line engineering with Gears from BigLever. ACM International Conference Proceeding Series. 2019. DOI: https://doi.org/10.1145/3307630.3342393.

23. Gupta A, Maurya S, Kumar A. Smart control and monitoring of bottle filling system based on SCADA. International Journal of Recent Technology and Engineering. 2019;8(2):2117–2119. DOI: https://doi.org/10.35940/ijrte.B1214.0982S1119.

Сведения об авторах

Трофимова Наталья Борисовна
канд. техн. наук, доцент кафедры управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (951) 616-57-75, e-mail: koptelovanat@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-8675-4983

Ермолаева Евгения Олеговна
д-р. техн. наук, профессор кафедры управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, e-mail: eeo38191@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-2312-7955

Трофимов Иван Евгеньевич
программист, ООО «Калитеро», 123060, Россия, Москва, ул. Маршала Рыбалко, 2, тел.: +7 (903) 907-66-49, e-mail: iam@ivan-trofimov.ru
https://orcid.org/0000-0001-5058-2991

Information about the authors

Natalia B. Trofimova
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Quality Management, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (951) 616-57-75, e-mail: koptelovanat@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-8675-4983

Evgenia O. Ermolaeva
Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Quality Management, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, e-mail: eeo38191@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-2312-7955

Ivan E. Trofimov
Programmer, LLC Kalitero, 2, Marshal Rybalko Str., Moscow, 123060, Russia, phone: +7 (903) 907-66-49, e-mail: iam@ivan-trofimov.ru
https://orcid.org/0000-0001-5058-2991