ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-905-914

Оригинальная статья
http://fptt.ru

Разработка программного обеспечения процесса производства функциональных продуктов

Е. Ю. Титоренко[1], Н. Б. Трофимова[1], Е. О. Ермолаева[1,*], И. Е. Трофимов[2], Л. И. Брескин[3], И. В. Сурков[4], Н. В. Астахова[1]

[1] *Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия*

[2] *ООО «Калитеро», Москва, Россия*

[3] *ФЛП Брескин Л. И., Киев, Украина*

[4] *АО «УК “Кузбассразрезуголь”», Кемерово, Россия*

Поступила в редакцию: 08.09.2021

Принята после рецензирования: 15.11.2021
Принята в печать: 01.12.2021

**e-mail: eeo38191@mail.ru*

© Е. Ю. Титоренко, Н. Б. Трофимова, Е. О. Ермолаева, И. Е. Трофимов, Л. И. Брескин, И. В. Сурков, Н. В. Астахова, 2021

Аннотация.
Введение. Для получения эффективного результата внедрения в производство современного метода анализа опасностей и рисков используются статистические методы обработки данных и IT-технологии, применение которых максимизирует возможности организации. Цель исследования – разработка программного обеспечения, которое обеспечивает информационные связи на производстве в части опасностей и рисков и разработку мероприятий по их минимизации.
Объекты и методы исследования. Производственное предприятие ООО «ЮГ» (г. Бийск), процесс производства функциональных продуктов, результаты исследования актуальных предложений готовых программных решений по проблеме автоматизации процессов. Применялись статистические методы, методы наблюдения, сбора первичной информации и последовательной нисходящей разработки алгоритмов, а также язык программирования Java.
Результаты и их обсуждение. На примере производственного предприятия ООО «ЮГ» изучен процесс регистрации и учета несоответствий и нарушений допустимых пределов, обнаруженных в критических контрольных точках. Разработано универсальное программное обеспечение, которое позволит операторам производственной линии вносить в систему данные о простоях и иных нарушениях процесса производства, а руководителям получать актуальные отчеты по различным критериям, на основании которых менеджер выявит нарушения и составит перечень корректирующих действий для устранения риска. Предложено готовое решение автоматизации процесса учета и анализа рисков и опасностей. В ходе апробации программы в условиях действующего производственного цеха изучены: динамика изменения затрат рабочего времени операторов и руководителей на регистрацию замечаний и несоответствий, анализ данных, разработка корректирующих и предупреждающих мероприятий и их выполнение.
Выводы. Использование программного обеспечения экономит рабочее время операторов и руководителей, а также позволит снизить затраты времени на учет и отчетность относительно нарушений производственных процессов.

Ключевые слова. Информационные технологии, программа, мониторинг, алгоритм, качество, безопасность, оператор, руководитель, обработка данных, визуализация данных, риск-менеджмент

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

Для цитирования: Разработка программного обеспечения процесса производства функциональных продуктов / Е. Ю. Титоренко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 4. С. 905–914. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-905-914.

Original article

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

Developing New Software for Functional Food Production

Elena Yu. Titorenko[1], Natalia B. Trofimova[1], Evgenia O. Ermolaeva[1,*], Ivan E. Trofimov[2], Leonid I. Breskin[3], Igor V. Surkov[4], Natalia V. Astakhova[1]

[1] Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

[2] LLC Kalitero, Moscow, Russia

[3] Sole Proprietor L.I. Breskin, Kiev, Ukraine

[4] JSC UK "Kuzbassrazrezugol", Kemerovo, Russia

Received: September 08, 2021

Accepted in revised form: November 15, 2021
Accepted for publication: December 01, 2021

*e-mail: eeo38191@mail.ru

© E.Yu. Titorenko, N.B. Trofimova, E.O. Ermolaeva, I.E. Trofimov, L.I. Breskin, I.V. Surkov, N.V. Astakhova, 2021

Abstract.
Introduction. Statistical methods of data processing and IT technologies make it possible to introduce new modern methods of hazard and risk analysis in food industry. The research objective was to develop new software that would link together various risk-related production data.
Study objects and methods. The research featured food production company LLC Yug (Biysk, Russia) that specializes in functional products and various ready-made software automation solutions. The study also involved statistical methods, methods of observation, collection of primary information, sequential top-down development of algorithms, and the Java programming language.
Results and discussion. Food producers have a registration procedure for inconsistencies and violations of permissible limits at critical control points. The authors developed a new software program that allows production line operators to enter data on downtime and other violations of the production process. The program makes it possible for managers to receive up-to-date reports on various criteria, identify violations, and select appropriate corrective actions. This ready-made solution automates the process of accounting and hazard analysis. The program was tested at LLC Yug with the focus on the time that operators and managers needed to register the problem, analyze the data, develop corrective or preventive measures, and apply them.
Conclusion. The new software proved to be less time-consuming than standard procedures applied in food industry and made it possible to save the time that operators and managers spent on decision making and reporting.

Keywords. Information technology, program, monitoring, algorithm, quality, safety, operator, manager, data processing, data visualization, risk management

Funding. The work was performed on the premises of the Kemerovo State University (KemSU), the software development was financed from its own funds.

For citation: Titorenko EYu, Trofimova NB, Ermolaeva EO, Trofimov IE, Breskin LI, Surkov IV, et al. Developing New Software for Functional Food Production. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(4):905–914. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-905-914.

Введение

Сегодня компании в пищевой индустрии делают крупномасштабные инвестиции в технологическое и контрольно-измерительное оборудование, чтобы гарантировать высокое качество своей продукции. Несмотря на использование передовых технологий и процессов, загрязнение пищевых продуктов контаминантами все еще происходит [1, 2]. Следовательно, внедрение ISO 22000 имеет решающее значение для снижения опасностей в пищевой промышленности [2–8].

Все предприятия, производящие, обрабатывающие, транспортирующие или реализующие пищевую продукцию, в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011, обязаны внедрять систему критического контроля анализа рисков (HACCP). В данной системе потенциально опасные ситуации определяются для каждого рабочего процесса и принимаются меры контроля для их предотвращения и минимизации [3].

Система управления безопасностью пищевых продуктов, анализ рисков и критические точки контроля (HACCP) являются эффективным способом снижения рисков в пищевой промышленности. HACCP продвигает систематический превентивный подход к повышению безопасности пищевых продуктов с учетом биологических, химических и физических опасностей, связанных с процессами их производства [4, 5].

Данные научных исследований по управлению безопасностью пищевой продукции подтвердили, что HACCP как инструмент управления не только гарантирует безопасность готовых пищевых продуктов, но и обеспечивает защиту как для потребителей, так и для компаний [4–6].

Меры предотвращения сбоя процессов играют важную роль в программе обеспечения безопасности пищевых продуктов на предприятии [8, 9]. В пункте 8.2 ISO 22000:2018 подчеркивается, что после анализа опасностей необходимо разработать и внедрить программу предварительных условий (PRP), т. к. Глобальная инициатива по безопасности пищевых продуктов (GFSI) не признает ISO 22000:2018 в качестве справочного стандарта для производителей пищевых продуктов [10]. Акцент на контроль процесса, а не на контроль конечного продукта, централизует систематический подход к идентификации, оценке и контролю опасностей на этапах, которые имеют решающее значение для здоровья потребителей в системе обработки [11]. Разработка, внедрение, контроль и управление системами HACCP имеют решающее значение для обеспечения безопасности пищевых продуктов [12]. Результаты исследований показали, что предприятия, прошедшие проверку по ISO 22000, имеют лучший HACCP, чем те, которые не прошли проверку [1].

Анализ рисков и критических контрольных точек – это эффективная система контроля качества для минимизации рисков безопасности продуктов. Она широко используется во многих отраслях пищевой промышленности [7].

В современных условиях рынка многим промышленным предприятиям необходимо совершенствовать производственные процессы в направлении обеспечения стабильности характеристик выпускаемой продукции. Руководители данных предприятий находятся в поисках инструментов и методов, позволяющих облегчить данную задачу. Сегодня из-за сложной ситуации на внутреннем и внешнем рынке организации применяют все средства для повышения конкурентных преимуществ своей продукции и для обеспечения ее безопасности и качества [13, 14]. Гарантировать выпуск продукции с заданными характеристиками, судя по мировому опыту ведущих компаний, позволяет управление рисками, а именно идентификация, анализ и комплекс мероприятий по их устранению и минимизации [2]. Попытки перенять данный опыт и внедрить международные стандарты в области менеджмента, регламентирующие требования к риск-ориентированному подходу, встречают непреодолимые для среднего и малого бизнеса проблемы:

– затруднения в обработке и анализе большого объема данных об идентифицированных рисках;
– недостаточный уровень экспертности в анализе рисков сотрудников предприятия;
– противоречивость оценок сотрудников предприятия в отношении частоты возникновения риска или тяжести последствий;
– затруднения в проведении сравнительного анализа результатов по нескольким временным интервалам.

Эффективное внедрение риск-ориентированного подхода и системы HACCP зависит не только от практического опыта и знаний, определенных в конкретном производственном процессе, но и от мер постоянного мониторинга и немедленной обратной связи [2, 7].

Внедрение современных методов и моделей менеджмента качества и безопасности на предприятиях, входящих в состав цепи поставок пищевой продукции, сопряжено с большим количеством трудностей [5–7]. Идеология управления рисками предполагает наличие мониторинга показателей с заданной и оцененной периодичностью. Тем не менее динамические показатели не измеряются и не отслеживаются в реальном времени [3–6]. В данной ситуации требуется универсальное решение, которое позволит обеспечить доступ к актуальным сведениям о состоянии системы компании, а также собрать и систематизировать информацию по возможным нарушениям с целью минимизации рисков в дальнейшем.

Развитие информационных технологий позволяет создавать и использовать программные средства, минимизирующие обозначенные проблемы.

Исследователи данного направления осуществляют проектирование программного обеспечения, которое применяется в производственных системах, где используется подход, ориентированный на продукт, т. е. общий производственный процесс определяется на основе спецификаций продукта и требований заказчика [14–16].

Программное обеспечение позволяет ускорить процесс получения и обработки данных о системных несоответствиях при производстве продукции, облегчает работу операторов, предоставляющих данные о нарушениях, с помощью продуманной формы для заполнения, а не написания длинных письменных отчетов по каждому случаю. Это означает, что разработка и внедрение программного обеспечения, позволяющего упростить работу в области гарантии качества и безопасности производимых продуктов, является востребованной и актуальной темой для исследования [17–24].

Целью исследования стала разработка программного обеспечения «Система поддержки принятия решений при анализе рисков на производстве», обеспечивающего информационные коммуникации между структурными подразделениями и руководством относительно опасностей и рисков, влияющих на результаты работы предприятия, и разработку мероприятий по их минимизации.

Объекты и методы исследования

Исследование проводилось на базе промышленного предприятия Российской Федерации ООО «ЮГ». Область деятельности данного мероприятия – производство специализированной и обогащенной

пищевой продукции: драже, конфет, функциональных напитков (сиропов, бальзамов), биологически активных добавок к пище и сырья для их производства. Стандарт ISO 22000 был внедрен на всех производственных линиях в 2005 г. Программное обеспечение было апробировано на цехе безалкогольных напитков.

Проведено исследование рынка программного обеспечения в сфере обеспечения качества пищевой продукции методом выявления и учета несоответствий. Выявлено, что для данных целей можно использовать платформу 1С: Предприятие или специализированные информационные системы. Однако для этого требуется доработка программного обеспечения [7–12, 15–20]. Данное решение экономически не выгодно из-за приобретения лицензии и сопровождения программного обеспечения, а также отсутствия возможности в короткие сроки внести изменения в формы программы согласно требованиям пользователей. Собственная программа будет подстроена под работу конкретного предприятия и позволит сэкономить средства на покупке лицензии и корректировке готовых решений под его нужды. На основании данного исследования руководством ООО «ЮГ» было разработано и утверждено техническое задание. В соответствии с ним проводилось данное исследование и разработка программного обеспечения.

Согласно приказу руководства ООО «ЮГ» была утверждена рабочая группа, собранная из сотрудников предприятия. Было принято решение о разработке программы, содержащей следующие функции: фиксирование возникшего несоответствия оператором с описанием величины, определение вероятности появления и значимости выявленного риска, а также тяжести возможных последствий.

Необходимо проводить регистрацию полученных сведений в общий перечень с присвоением всем записям идентификационного номера (id). Сотрудниками ООО «ЮГ» предложено фиксировать дату и время появления несоответствия. В части проведения своевременного мониторинга и пересмотра показателей требуется автоматическое формирование отчетов, в которых говорится о частоте возникновения несоответствий, приводящих к нарушению качества вырабатываемой продукции.

Алгоритм оценки вероятности появления рискового события, представленный на рисунке 1,

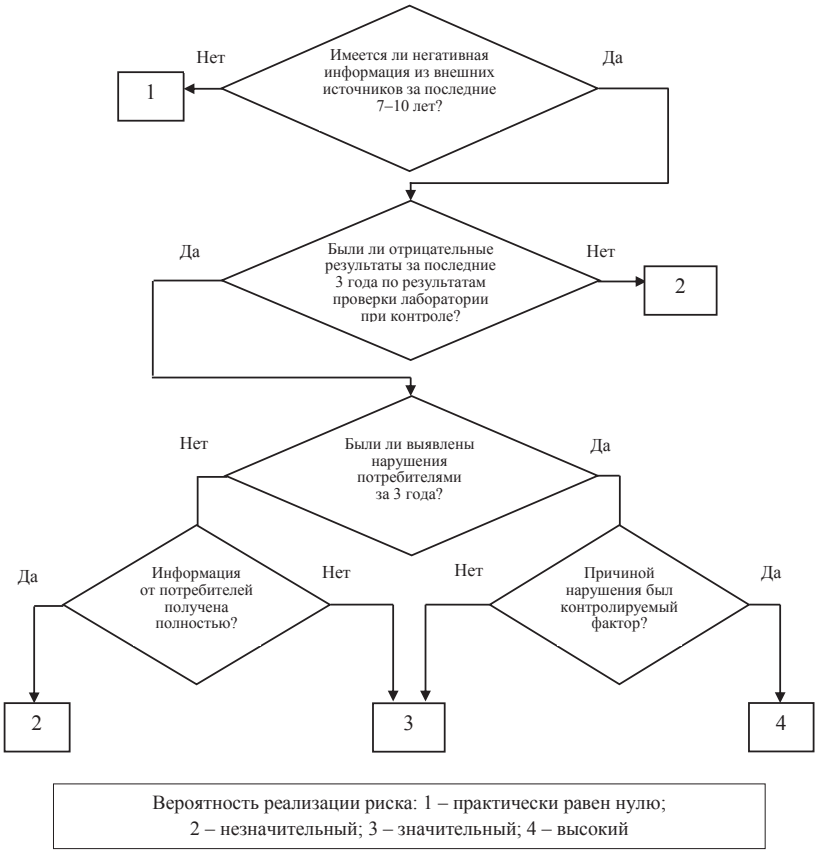

Рисунок 1. Алгоритм оценки вероятности реализации риска

Figure 1. Algorithm for hazard assessment

предполагает определение количественного уровня с помощью опроса и использование ответов пользователя на вопросы:
− есть ли гарантия, что негативная тенденция будет обнаружена сотрудниками производства до реализации рискового события?
− выявлялись ли за последние 3 года данные негативные тенденции сотрудниками производства до реализации рискового события?
− информация от потребителей получена полностью?
− все ли зарегистрированные случаи реализации риска были выявлены у потребителя?

Исходя из перечня вопросов, предлагаемых в алгоритме, в проектируемой программе должно быть предусмотрено:
− ввод информации пользователей о выявленных рисках;
− оценка степени тяжести последствий нежелательных событий на основе сравнения с обширной базой данных;
− оценка вероятности возникновения нежелательных событий на основе анализа ответов пользователя с учетом типового алгоритма;
− возможность проведения двух- и трехфакторного анализа и оценки рисков;
− хранение информации по анализу рисков для нескольких производств;
− аналитические отчеты по динамике количественных оценок рисков за различные временные интервалы;
− хранение информации о мероприятиях по минимизации и контролю рисков на предприятии;
− фильтрация рисков по видам, ключевым словам и количественному значению показателя величины риска;
− экспорт сформированного реестра рисков в Microsoft Excel и Microsoft Word.

Исходя из инфраструктуры предприятия, определены системные требования к программному обеспечению: оно должно быть совместимо с IBM PC, работающими под управлением операционных систем семейства Microsoft Windows (XP, Vista, 7, 8, 10). В связи с установкой во многих цехах персональных компьютеров с небольшим объемом жесткого диска объем дистрибутива не должен превышать 100 Мб.

Результаты и их обсуждение

Осуществлена разработка программного обеспечения «Система поддержки принятия решений при анализе рисков на производстве». Его целью является автоматизация процесса учета и анализа рисков, а также поддержка принятия решений в разработке мероприятий по устранению и минимизации негативных факторов, влияющих на результаты деятельности организации. Данная программа соответствует требованиям предприятия, заявленным в техническом задании.

Разработанная система поддержки принятия решений позволяет автоматизировать и упростить для работников предприятия пищевой промышленности управляющие процессы системы менеджмента, объединяя в себе передовые статистические методы и компьютерные технологии.

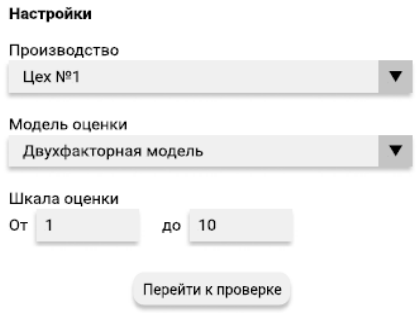

Рисунок 2. Окно настройки проверки

Figure 2. Scan settings

IBM PC – совместимое программное обеспечение для ЭВМ, которое выполняет поставленные задачи при работе в заявленных операционных системах Microsoft Windows. Данные хранятся программой в системе управления базами данных Microsoft SQL Server 2012. В настоящее время программный продукт проходит регистрацию в ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности».

После запуска программного продукта пользователь получает доступ к главному экрану (рис. 2) для настройки проверки, а также к следующим формам:
− актуальный реестр рисков;
− редактирование реестра рисков;
− выборка из реестра рисков;
− динамика рисков.

Форма настройки проверки содержит выпадающий список для выбора производства (в зависимости от места выявления несоответствий) и выпадающий список выбора модели оценки рисков. Окно настройки предполагает выбор шкалы оценки (поля для заполнения «Шкала от», «до»).

Форма фиксации рисков (рис. 3), заполняемая оператором, предусматривает введение следующей информации:
− тип риска (с выпадающим списком выбора: микробиологический, физический, химический);
− наименование риска (текстовое поле для фиксирования несоответствия, выявленного в ходе работы);
− оценка вероятности появления рискового события (оценивается по шкале от 0 до 10);
– оценка тяжести последствий рискового события (предполагает сравнение данных (всех слов)), введенных пользователем в поле «наименование риска» с таблицей «описание и тяжесть последствий типовых рисков», содержащей столбцы: ID типового риска, тип риска, наименование риска, описание риска и тяжесть последствий (максимальная);

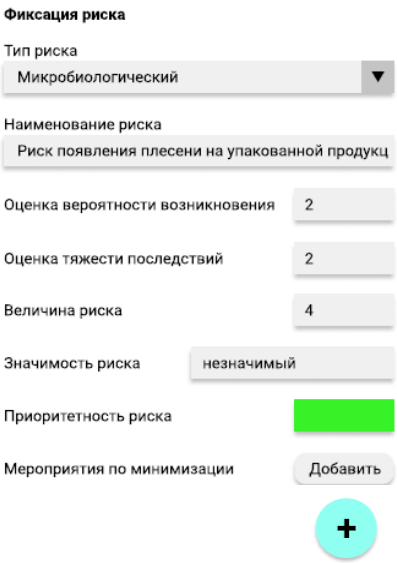

Рисунок 3. Окно фиксации рисков

Figure 3. Hazard registration

– величина риска оценивается в совокупности вероятности возникновения риска и его последствий по 10-балльной шкале;
– значимость риска (оператором производится градация выявленного негативного явления);
– показатель приоритетности риска (с помощью цветовой кнопки отображается приоритетность: зеленый – низкий приоритет, желтый – приоритет средней степени, красный – высокий приоритет);
– мероприятия по минимизации и (при необходимости) контролю риска (кнопка, приводящая в окно по предложению мероприятия по минимизации риска) (рис. 4).

Открыв окно по предложению мероприятий по минимизации рисков, оператору необходимо ввести наименование мероприятия и указать предполагаемого ответственного. Все предложенные мероприятия рассматриваются и корректируются руководством с помощью реестра мероприятий по минимизации рисков (рис 5.) На основании предложенных данных руководитель вносит изменения в корректирующее мероприятие, назначает другого ответственного и определяет срок выполнения данного мероприятия. Доступ к отчетам, информации и мероприятиям по минимизации рисков открыт для всех пользователей, но редактирование доступно только отдельным категориям пользователей. Доступность данных для всех категорий пользователей является одним из методов реализации базовых принципов менеджмента качества: «принятие решений, основанных на свидетельствах» и «вовлечение работников». Благодаря им повышается осведомленность работников и понимание их личного вклада в качество и безопасность готовой продукции.

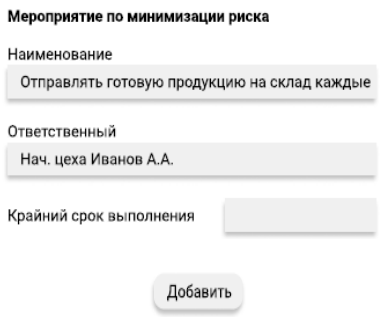

Рисунок 4. Окно по предложению мероприятий по минимизации рисков

Figure 4. Measures of risk minimization

Результативное внедрение системы менеджмента безопасности продукции по международному стандарту ISO 22000-2018 или национальному ГОСТ Р ИСО 22000-2019 предполагает обязательный сбор, хранение, систематизацию и мониторинг информации о соответствии продукции, о нарушениях и аварийных ситуациях на производстве и о реализации рисковых ситуаций [3, 14]. Эти функции берет на себя разработанный программный продукт. Данные, хранящиеся в ПО, планируется использовать при проведении анализа со стороны руководства и принятии решений о необходимости корректирующих и предупреждающих мероприятий.

Для проведения анализа полученные данные могут сортироваться пользователем по следующим параметрам: название подразделения, дата регистрации несоответствия, значимость риска. Это позволяет расставить приоритеты в работе руководства. До внедрения в производственные процессы разработанного ПО сбор и обработка этих данных занимала существенную часть

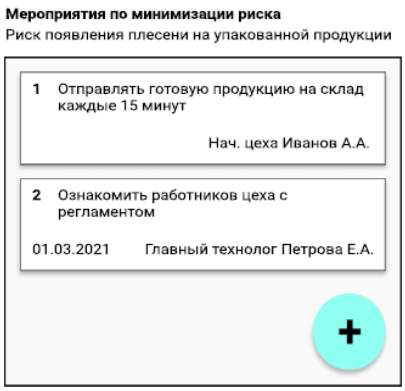

Рисунок 5. Окно реестра мероприятий по минимизации рисков

Figure 5. Registering the measures of risk minimization

Таблица 1. Анализ затрат времени работников с учетом использования программного обеспечения «Система поддержки принятия решений при анализе рисков на производстве»

Table 1. Time consumption of the new software “Decision Support System for Hazard Assessment in Production”

Категория сотрудников	Количество сотрудников	Категория операции	Время на операции до внедрения программы, мин	Время на операции после внедрения программы, мин	Изменение времени выполнения, мин
Руководитель	4	Регистрация данных	15,0	12,0	3,0
		Анализ данных	95,0	86,0	9,0
		Разработка мероприятий	148,0	144,5	3,5
		Выполнение мероприятий	72,0	75,0	–3,0
		Прочее	134,5	136,5	–2,0
Оператор	35	Регистрация данных	13,0	10,0	3,0
		Анализ данных	18,0	15,5	2,5
		Выполнение мероприятий	238,0	215,0	23,0
		Прочее	89,5	88,5	1,0

рабочего времени операторов и требовала постоянного вовлечения руководителя структурного подразделения. После автоматизации обработки сведений отчетные данные выдаются в готовом виде, что экономит временные ресурсы исполнителей и высшего руководства, и представляются на заседаниях рабочей группы по качеству и безопасности пищевой продукции.

Автоматизированная обработка данных с помощью программы «Система поддержки принятия решений при анализе рисков на производстве» была внедрена в цехе производства безалкогольных напитков.

Так как цех безалкогольных напитков используется предприятием для производства широкой номенклатуры готовой продукции в несколько смен, было принято решение о поэтапном внедрении программного продукта.

В рамках первого этапа были проведены работы:
– составлены блок-схемы каждого процесса и подпроцесса производства функциональных напитков;
– произведено «фотографирование» рабочего дня специалистов и линейных руководителей предприятия;
– разработанное ПО инсталлировано на персональные компьютеры, используемые в цеху.

Второй этап включал в себя посменное обучение работников цеха работе с программным продуктом, отработку внесения массива данных в базу программы, составление кратких методических инструкций по работе с ПО, включающих в себя ответы на типовые вопросы сотрудников.

Третьим этапом внедрения стал трехмесячный тестовый период использования системы. После изучения инструментария программного обеспечения и по истечении тестового периода сотрудники смогли дать свои рекомендации и пожелания относительно работы программы. Данные, полученные в ходе опроса сотрудников, были рассмотрены и внедрены при доработке программы.

Заключительным этапом внедрения ПО стала оценка результативности процесса и эффективности реализованных мероприятий. Для этого повторно были формализованы «фотографии рабочего дня», а также проведено сравнение расходования временных ресурсов сотрудников «до» и «после» внедрения ПО. Результаты представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что внедренный программный продукт способствует сокращению затрат времени операторов на 29,5 мин в смену. Это составляет 6,1 % от продолжительности рабочего дня. Экономия времени осуществляется благодаря использованию программного продукта, заменившего собой заполнение журналов на бумажном носителе.

Руководители, используя «Систему поддержки принятия решений при анализе рисков на производстве», экономят 2,8 % рабочего времени (13,5 мин в день), т. к. оптимальным является анализ уже сгруппированных данных.

Из приведенных данных видно, что применение разработанного программного продукта является эффективным для организации процессов мониторинга и анализа данных, а также помогает экономить рабочее время как исполнителям, так и руководителям. Разработанная программа рассчитана на применение специалистами группы безопасности и качества, внедряющими и поддерживающими систему менеджмента безопасности пищевой продукции. Программа может быть адаптирована под задачи конкретных производств [26, 27].

Выводы

Авторами предложены рекомендации по усовершенствованию и автоматизации системы

менеджмента предприятия с помощью программного обеспечения «Система поддержки принятия решений при анализе рисков на производстве». Разработано и апробировано программное обеспечение в условиях действующего производства. В область действия системы менеджмента качества компании ООО «ЮГ», в соответствии с п. 8.1 «Планирование и управление деятельностью на стадиях жизненного цикла продукции и услуг» ГОСТ Р ИСО 9001-2015, включены производственные процессы. В ходе апробации было отмечено повышение результативности процесса управления несоответствиями, а также сокращение затрат времени на учет и отчетность относительно нарушений производственных процессов. Для повышения эффективности и результативности целесообразно внедрить данную практику во всех цехах производственного предприятия ООО«ЮГ», а также применять программу в рамках улучшения других предприятий по производству безалкогольных напитков, в том числе функциональных.

Критерии авторства

Е. О. Ермолаева руководила проектом. Все авторы принимали участие в исследовании и разработке программного обеспечения, обработке данных и написании текстов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

E.O. Ermolaeva supervised the project. All the authors participated in the software development, data processing, and writing.

Conflict of interest

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

Список литературы

1. HACCP certification in food industry: Trade-offs in product safety and firm performance / F. Liu [et al.] // International Journal of Production Economics. 2021. Vol. 231. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107838.

2. Food safety management systems based on ISO 22000:2018 methodology of hazard analysis compared to ISO 22000:2005 / H. Chen [et al.] // Accreditation and Quality Assurance. 2019. Vol. 25. № 1. P. 23–37. https://doi.org/10.1007/s00769-019-01409-4.

3. Design and evaluation of an HACCP gluten-free protocol in a children's hospital / D. Vukman [et al.] // Food Control. 2021. Vol. 120. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107527.

4. Escanciano C., Santos-Vijande M. L. Reasons and constraints to implementing an ISO 22000 food safety management system: Evidence from Spain // Food Control. 2014. Vol. 40. № 1. P. 50–57. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.032.

5. Psomas E. L., Kafetzopoulos D. P. HACCP effectiveness between ISO 22000 certified and non-certified dairy companies // Food Control. 2015. Vol. 53. P. 134–139. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.023.

6. Modeling and evaluation on WSN-enabled and knowledge-based HACCP quality control for frozen shellfish cold chain / H. Feng [et al.] // Food Control. 2019. Vol. 98. P. 348–358. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.050.

7. Hasnan N. Z. N., Mohd Ramli S. H. Modernizing the preparation of the Malaysian mixed rice dish (MRD) with Cook-Chill Central Kitchen and implementation of HACCP // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2020. Vol. 19. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100193.

8. Study on the risks of metal detection in food solid seasoning powder and liquid sauce to meet the core concepts of ISO 22000:2018 based on the Taiwanese experience / H. Chen [et al.] // Food Control. 2020. Vol. 111. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107071.

9. How remote monitoring can improve water treatment management. URL: https://www.foodqualityandsafety.com/article/water-treatment-remote-monitoring/ (date of the application: 08.08.2021).

10. da Cunha D. T. Improving food safety practices in the foodservice industry // Current Opinion in Food Science. 2021. Vol. 42. P. 127–133. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.05.010.

11. Muda I., Erlina A. A. Influence of human resources to the effect of system quality and information quality on the user satisfaction of accrual-based accounting system // Contaduría y Administración. 2018. Vol. 64. № 2. https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1667.

12. Фазуллина О. Ф., Смирнов С. О. Разработка системы управления безопасностью процесса производства макаронных изделий // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 4. С. 736–748. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-736-748.

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

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

15. Экспертная система определения опасностей и контрольных точек производственных процессов по принципам ХАССП: свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018666105 Рос. Федерация. № 2018663719 / Сурков И. В. [и др.].; заявл. 30.11.2018; опубл. 12.12.2018.

16. Учет и анализ несоответствий внутреннего аудита интегрированной системы менеджмента (учет и анализ несоответствий внутреннего аудита ИСМ): свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017616985 Рос. Федерация. № 2018663719 / Сурков И. В. [и др.].; заявл. 07.03.2017; опубл. 21.06.2017.

17. Учет опасных факторов и несоответствий процессов производства пищевой продукции: свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018665743 Рос. Федерация. № 2018663675 / Прохоров А. А. [и др.].; заявл. 30.11.2018; опубл. 10.12.2018.

18. Product lifecycle management service system / D. Woźniak [et al.] // Advances in intelligent networking and collaborative systems / editors L. Barolli, H. Nishino, H. Miwa. Cham: Springer, 2019. P. 525–533. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29035-1_51.

19. Utilizing software design patterns in product-driven manufacturing system: A case study / D. Drozdov [et al.] // Service oriented, holonic and multi-agent manufacturing systems for industry of the future / editors T. Borangiu [et al.]. Cham: Springer, 2020. P. 301–312. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27477-1_23.

20. Разработка программного продукта для обеспечения процесса внутреннего аудита пищевого предприятия / Д. В. Россиева [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2017. Т. 46. № 3. С. 135–140.

21. Keeping data at the edge of smart irrigation networks: A case study in strawberry greenhouses / C. Angelopoulos [et al.] // Computer Networks. 2020. Vol. 167. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.107039.

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

23. 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. Vol. 12. № 1. P. 44–66. https://doi.org/10.4018/IJISSS.2020010104.

24. Sahni V., Srivastava S., Khan R. Modelling techniques to improve the quality of food using artificial intelligence // Journal of Food Quality. 2021. Vol. 2021. https://doi.org/10.1155/2021/2140010.

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

26. Lisitsyn A. B., Chernukha I. M., Nikitina M. A. Russian methodology for designing multicomponent foods in retrospect // Foods and Raw Materials. 2020. Vol. 8. № 1. P. 2–11. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2020-1-2-11.

27. Social responsibility as the dominant driver of the evolution of reporting from financial to non-financial: theory and methodology / S. M. Bychkova [et al.] // Foods and Raw Materials. 2021. Vol. 9. № 1. P. 135–145. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-1-135-145.

References

1. Liu F, Rhim H, Park K, Xu J, Lo CKY. HACCP certification in food industry: Trade-offs in product safety and firm performance. International Journal of Production Economics. 2021;231. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107838.

2. 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;25(1):23–37. https://doi.org/10.1007/s00769-019-01409-4.

3. Vukman D, Viličnik P, Vahčić N, Lasić D, Niseteo T, Panjkota Krbavčić I, et al. Design and evaluation of an HACCP gluten-free protocol in a children's hospital. Food Control. 2021;120. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107527.

4. Escanciano C, Santos-Vijande ML. Reasons and constraints to implementing an ISO 22000 food safety management system: Evidence from Spain. Food Control. 2014;40(1):50–57. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.032.

5. Psomas EL, Kafetzopoulos DP. HACCP effectiveness between ISO 22000 certified and non-certified dairy companies. Food Control. 2015;53:134–139. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.023.

6. Feng H, Chen J, Zhou W, Rungsardthong V, Zhang X. Modeling and evaluation on WSN-enabled and knowledge-based HACCP quality control for frozen shellfish cold chain. Food Control. 2019;98:348–358. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.050.

7. Hasnan NZN, Mohd Ramli SH. Modernizing the preparation of the Malaysian mixed rice dish (MRD) with Cook-Chill Central Kitchen and implementation of HACCP. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2020;19. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100193.

8. Chen H, Liou B-K, Dai F-J, Chuang P-T, Chen C-S. Study on the risks of metal detection in food solid seasoning powder and liquid sauce to meet the core concepts of ISO 22000:2018 based on the Taiwanese experience. Food Control. 2020;111. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107071.

9. How remote monitoring can improve water treatment management [Internet]. [cited 2021 Aug 08]. Available from: https://www.foodqualityandsafety.com/article/water-treatment-remote-monitoring/.

10. da Cunha D. T. Improving food safety practices in the foodservice industry. Current Opinion in Food Science. 2021;42:127–133. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.05.010.

11. Muda I, Erlina AA. Influence of human resources to the effect of system quality and information quality on the user satisfaction of accrual-based accounting system. Contaduría y Administración. 2018;64(2). https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1667.

12. Fazullina OF, Smirnov SO. New safety management system for pasta production. Food Processing: Technique and Technology. 2020;50(4):736–748. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-736-748.

13. 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.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-167-175.

14. 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. https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211.

15. 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 the hazards and control points of production processes according to the principles of HACCP]. Certificate of registration of the computer program RU 2018666105. 2018.

16. 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 inconsistencies in the internal audit of the integrated management system (accounting and analysis of inconsistencies in the internal audit of the IMS)]. Certificate of registration of the computer program RU 2017616985. 2017.

17. Prokhorov AA, Ermolaeva EO, Trofimova NB, Trofimov IE. Uchet opasnykh faktorov i nesootvetstviy protsessov proizvodstva pishchevoy produktsii [Hazards and inconsistencies in food production processes]. Certificate of registration of the computer program RU 2018665743. 2018.

18. Woźniak D, Gohardani B, Majchrzak E, Hoti E, Urikova O. Product lifecycle management service system. In: Barolli L, Nishino H, Miwa H, editors. Advances in intelligent networking and collaborative systems. Cham: Springer; 2019. pp. 525–533. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29035-1_51.

19. 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. In: Borangiu T, Trentesaux D, Leitão P, Boggino AG, Botti V, editors. Service oriented, holonic and multi-agent manufacturing systems for industry of the future. Cham: Springer; 2020. pp. 301–312. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27477-1_23.

20. 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.).

21. Angelopoulos C, 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. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.107039.

22. Assunção 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. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.106198.

23. 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. https://doi.org/10.4018/IJISSS.2020010104.

24. Sahni V, Srivastava S, Khan R. Modelling techniques to improve the quality of food using artificial intelligence. Journal of Food Quality. 2021;2021. https://doi.org/10.1155/2021/2140010.

25. 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.

26. Lisitsyn AB, Chernukha IM, Nikitina MA. Russian methodology for designing multicomponent foods in retrospect. Foods and Raw Materials. 2020;8(1):2–11. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2020-1-2-11.

27. Bychkova SM, Karelskaia SN, Abdalova EB, Zhidkova EA. Social responsibility as the dominant driver of the evolution of reporting from financial to non-financial: theory and methodology. Foods and Raw Materials. 2021;9(1):135–145. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-1-135-145.