

УДК 004.05

## ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Черняховская Л.Р., Атнабаева А.Р.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, e-mail: alsouy@mail.ru

Данная статья посвящена исследованию в области аналитической поддержки принятия решений управления рисками в технологическом процессе. Важной составляющей производства качественной и безопасной продукции является оперативное и правильное принятие решений. Трудности, возникающие в процессе принятия решений, заключаются в наличии недостаточности знаний о значениях характеристик объектов в проблемных ситуациях. Своевременное и качественное принятие решений по управлению рисками способствует эффективному функционированию и развитию предприятия. В данной статье представлен анализ процесса управления рисками технологического процесса производства пищевых продуктов. На основе данного анализа была разработана объектная и онтологическая модель управления рисками технологического процесса. Представлен процесс интеграции концептуальных моделей двух процессов на базе онтологии, который позволяет наладить коммуникацию между сотрудниками, а также решить проблему получения достоверной и актуальной информации для принятия решений в условиях неопределенности. Разработанная гибридная онтология позволяет осуществить поиск информации с использованием различных видов запросов. В статье сформированы запросы в среде Protégé с помощью вкладки DL Query, которая представляет собой мощную и удобную функцию для поиска в онтологии.

**Ключевые слова:** онтология, система поддержки принятия решений, оценка риска, качество пищевой продукции

## ONTOLOGICAL ENGINEERING OF THE PRODUCTION PROCESS WITH THE ACHIEVEMENT OF FOOD SAFETY

Chernyakhovskaya L.R., Atnabaeva A.R.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: alsouy@mail.ru

This article is devoted to research in the field of analytical support for decision-making in risk management in the technological process. An important component of the production of high-quality and safe products is prompt and correct decision-making. Difficulties arising in the decision-making process are the lack of knowledge about the significance of the characteristics of objects in risk situations. Timely and high-quality decision-making on risk management contributes to the effective functioning and development of the enterprise. This article presents an analysis of the risk management of the technological process of food production. Based on this analysis, an object and ontological model of risk management of the technological process was created. Integration of conceptual models of two processes on the basis of interaction between employees, as well as a decisive problem of obtaining reliable and up-to-date information for decision-making under conditions of uncertainty. The developed ontology allows searching information using various kinds of queries. The article identifies queries in the Protégé environment using the DL Query tab, which provides access to powerful and convenient parameters for searching in the ontology.

**Keywords:** ontology, decision support system, risk assessment, food quality

Эффективность функционирования современных промышленных предприятий во многом определяется совершенствованием менеджмента рисков, присущих процессам производства пищевых продуктов. Рационально организованный технологический процесс производства пищевых продуктов должен обеспечивать выпуск предприятием качественной и конкурентоспособной продукции при оптимальных затратах на производство и правильной организации труда. Предотвращение брака и неблагоприятных ситуаций является важной составляющей повышения качества готовой продукции.

На данный момент производители стремятся разработать технологию быстрого и малозатратного производства. В связи с этим в процессе изготовления продукции добавляют более 3 000 соединений, которые оказывают большое влияние на пита-

ние. Данные соединения, с одной стороны, призваны повышать органолептические характеристики готовой продукции, с другой стороны, они могут вызвать у человека побочные эффекты, вызывающие риски для здоровья [1]. Перечисленные факторы могут стать причиной возникновения неблагоприятных событий, которые могут повлечь за собой существенные финансовые и социальные потери, что подвергает компанию серьезным рискам. Оперативное принятие решений в данных событиях происходит, как правило, в условиях наличия той или иной неопределенности. Таким образом, возникает риск, определяемый в соответствии с ГОСТ Р ИСО 31010 – 2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» как «сочетание вероятности события и его последствий» [2], связанный с последствиями в виде материального ущерба, а в случае

возникновения аварийной ситуации – угрозой жизни и здоровью людей [3, с. 54].

*Аналитическая поддержка принятия решений в процессе управления рисками технологического процесса производства пищевых продуктов*

Проблема повышения качества производства пищевой продукции в России, в том числе хлеба и хлебобулочных изделий, является весьма важной и актуальной. Хлеб – основной продукт питания в России. На основании постановления Правительства РФ от 15 июля 2010 г. № 530, хлеб включен в перечень социально значимых продовольственных товаров первой необходимости. На сегодня качество продукции контролируется российскими и международными стандартами качества сырья и готовой продукции [2, 4–6].

По данным ФСГС «Росстат» хлебопекарная отрасль занимает ключевую позицию в пищевой промышленности России. За последние 6 лет уровень потребления хлеба и хлебобулочных изделий снизился на 10% [7]. Хлеб и хлебобулочные изделия являются важным источником белка, углеводов, клетчатки и минеральных веществ и витаминов.

Главной целью аналитической поддержки принятия решений управления рисками в технологическом процессе является обеспечение безопасного производства пищевой продукции с наименьшей вероятностью брака (ущерба).

Материал исследования составили результаты лабораторных исследований (30 показателей и 1200 событий). Метод исследования наблюдение, анализ статистических данных, а также опрос и интервьюирование экспертов (технологи, лаборанты, пекари).

Процесс производства хлеба и хлебобулочных изделий представляет собой сложный и непрерывный процесс, который зависит от множества факторов. Проанализировав процесс производства хлеба, можно выделить 5 этапов: закупка сырья, разработка производственной рецептуры, производство, упаковка и бракераж. На производстве каждый этап технического процесса приготовления продукции находится под контролем работников (мастера, пекаря, технолога и т.д.). Рецептура хлебных изделий регламентируется отраслевыми стандартами и внутренними документами.

Повышение качества и безопасности продукции в значительной мере определяет выживаемость предприятия в условиях рынка, темпы научно-технического прогресса, рост эффективности производства, экономию всех видов ресурсов, использу-

емых на предприятии. Важным вопросом повышения качества является повышение эффективности принятия решений в проблемных ситуациях. Трудности, возникающие в процессе принятия решений, заключаются в наличии недостаточности знаний о значении характеристик объектов в рискованных ситуациях. Своевременное и качественное принятие решений по управлению рисками способствует эффективному функционированию и развитию предприятия.

В процессе менеджмента рисков на этапе принятия решений предприятие сталкивается с выбором приемлемого для него уровня риска и пути его снижения. Каждое предприятие имеет свои собственные предпочтения, связанные с рисками, подобные действия называются системой управления рисками. В ее состав входят все сущности и функции риска, разрабатывается классификация рисков, которые учитывали бы специфику рыночной экономики, а также методики их количественных оценок.

*Онтологический инжиниринг аналитической поддержки принятия решений управления рисками в технологическом процессе*

В экономических системах характер рисков зависит от конкретной предметной области. Сложно в условиях неопределенности производить анализ и оценку рисков, для этого необходимо в первую очередь выделить проблемную ситуацию, для разрешения которой будет проводиться анализ [3, с. 55; 8]. В качестве объекта исследования и анализа рискованных ситуаций был рассмотрен технический процесс изготовления ржаного хлеба на крупном предприятии (рис. 1).

Рецептура хлебобулочных изделий регламентируется отраслевыми стандартами, государственными стандартами (ГОСТ Р 55972-2014 Изделия хлебобулочные, рецептура и технологическая инструкция [6]) и внутренней документацией.

Основные участники данного процесса представлены на диаграмме в виде акторов (Actors): заказчик (инициатор процесса); лица, принимающие решения (ЛПР); эксперты.

Управлять рисками означает определять перспективы и выявлять возможности для совершенствования деятельности, а также не допускать или сокращать вероятность нежелательного хода событий.

Возникновение проблемной ситуации влечет за собой вероятность возникновения риска и денежный ущерб производству. Принятие своевременных и эффективных решений позволяет сократить (данную вероятность) уровень риска.

analysis Business Process Model

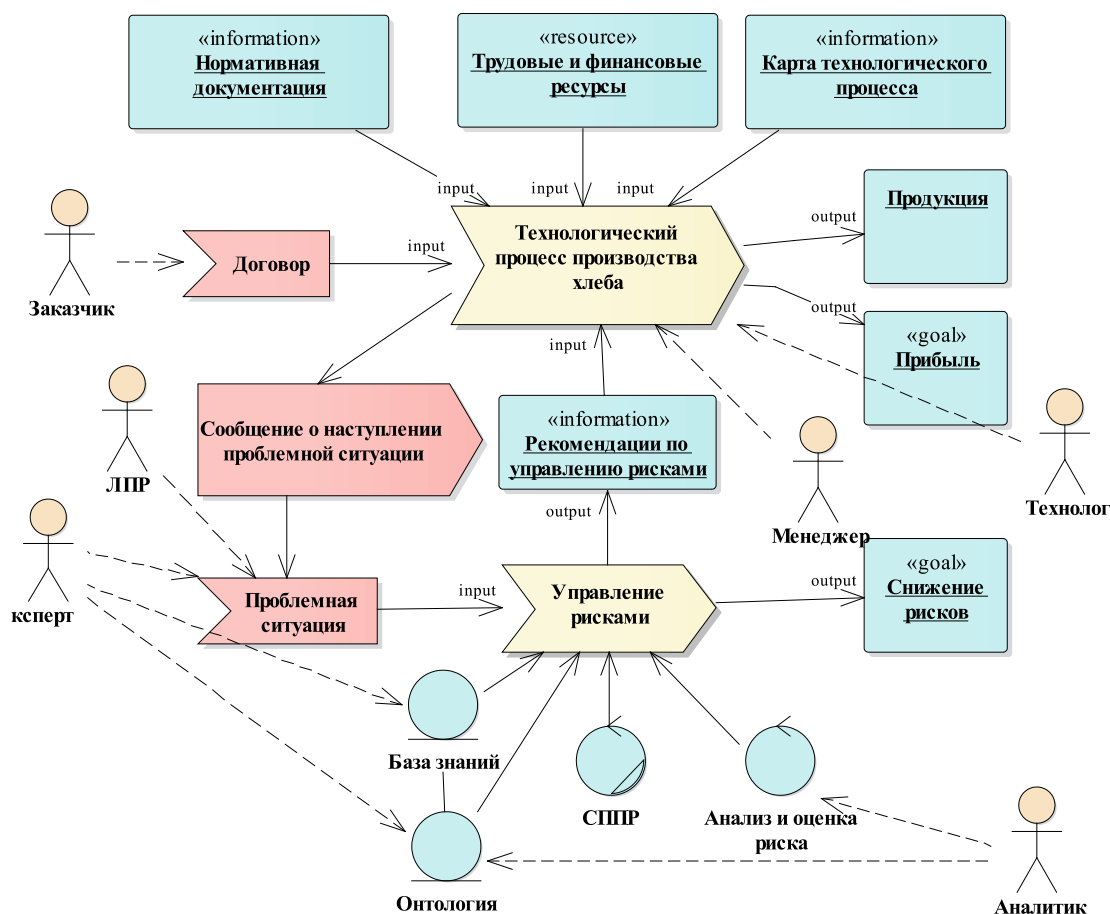


Рис. 1. Диаграмма бизнес-анализа

В результате онтологического анализа выявленных особенностей управления взаимодействием деловых процессов разработана онтология поддержки принятия решений управления рисками. Онтология создает основу для того, чтобы при управлении взаимодействующими процессами стороны, обменивающиеся информацией, могли правильно понимать друг друга. Интеграция моделей двух процессов на базе онтологии позволит наладить коммуникацию между сотрудниками, а также решит проблему получения достоверной и актуальной информации для принятия решений в условиях неопределенности [3, с. 55].

Онтология включает также семантическую сеть аналитических моделей и методов, используемых для поддержки принятия решений в управлении рисками технологического процесса. Описание онтологии произведено на языке OWL-DL (Ontology Web Language based on Description Logic). Для программной реализации

разработанной онтологии был выбран программный инструмент Protégé, который является удобным для управления онтологией, поддерживает язык OWL DL [9, 10].

Онтология создает основу для выбора оптимального набора методов, которые позволят сократить время и ресурсы в процессе управления риском. В производственной системе взаимодействуют сотрудники, обладающие различными квалификациями и компетенциями в различных областях знаний, в то же время принятие количественных решений требует однозначного и явного понимания терминов (понятий) используемых в деловых процессах.

Интеграция концептуальных моделей двух процессов на базе онтологии позволит наладить коммуникацию между сотрудниками, а также решит проблему получения достоверной и актуальной информации для принятия решений в условиях неопределенности.

Возникновение разночтений терминологий между участниками и документами регламентирующими реализацию рассматриваемого процесса по управлению риском можно решить созданием интегрированной онтологии Risk с применением встроенной операции объединения онтологий в protégé (merge ontologies).

На рис. 2 представлены 2 онтологии, разработанные специалистами управления рисками и сотрудниками технологического процесса.

Процесс интеграции онтологии состоит из нескольких этапов:

– сравнение онтологий с помощью дополнительного пакета Protégé, под названием Protégé OWL Diff. Это расширение позволяет сравнивать версии онтологий и основано на применении алгоритмов PROMPT. Данный пакет позволяет уточнить дополнительные характеристики сравнения онтологий (игнорирование рефакторий; определение операций рефакторинга; поиск операции рефакторинга). Результатом сравнения двух онтологий является таблица, со сведенными в левом поле в список названиями классов и их статусом – Удален (Deleted), Изменен (Modified), Создан (Created), Переименован (Renamed), так же возможна комбинация Renamed and Modified;

– объединение разработанных онтологий в одну в редакторе онтологии Protégé

осуществлено посредством выбора пункта меню «Refactor → Merge ontologies...» и выполнения шагов взаимодействия с диалоговым окном создания онтологий (рис. 3).

Разработанная онтология позволяет осуществить поиск информации с использованием различных видов запросов. Среда Protégé дает возможность реализовать запросы с помощью вкладки DL Query, которая предоставляет собой мощную и удобную функцию для поиска в онтологии. Язык OWL DL основан на принципе сбора всей информации о конкретном классе, свойстве или отдельном индивиде. На рис. 3 представлен пример DL запроса по выбору метода анализа и оценки рисков для технологического процесса на этапе производства пробных изделий. Основными критериями для выбора выступает возможность работы с количественными данными и с неопределенностью.

Результатом запроса выступает список рекомендованных методов анализа и оценки риска, эксперту представлена возможность принятия решения по выбору метода самостоятельно или дополнить запрос критериями: сложность, многофункциональность или длительность. Результаты онтологического анализа могут быть использованы при формировании знаний об управлении процессами в системе управления качеством, в частности для формализации суждений экспертов в виде управления рисками.

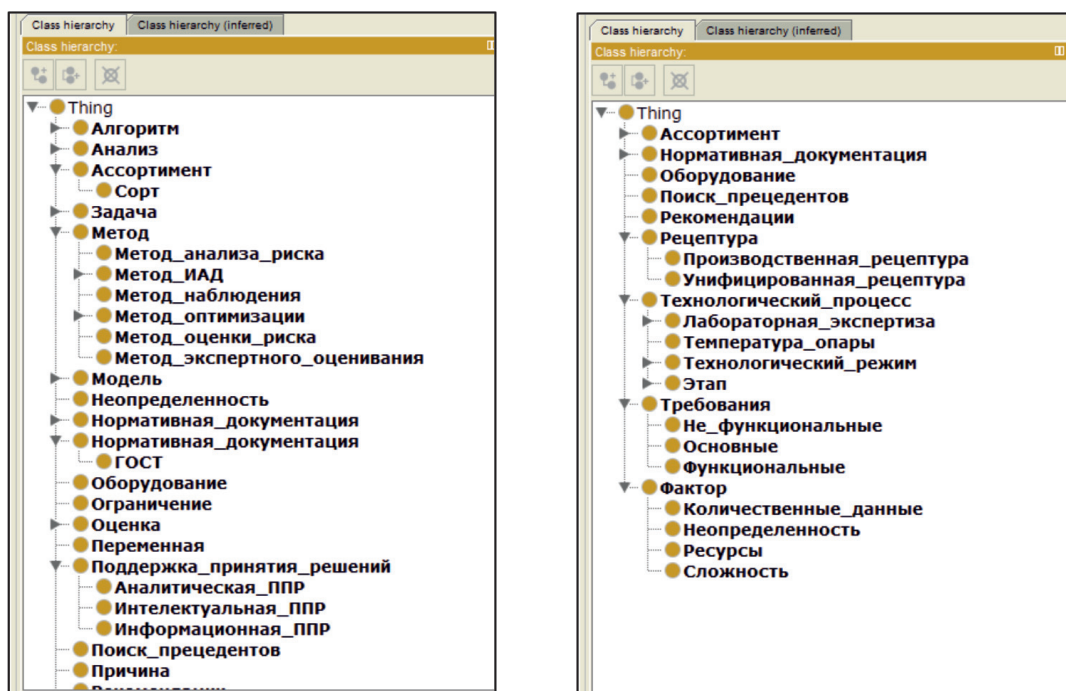


Рис. 2. Онтологии анализа рисков и технологического процесса

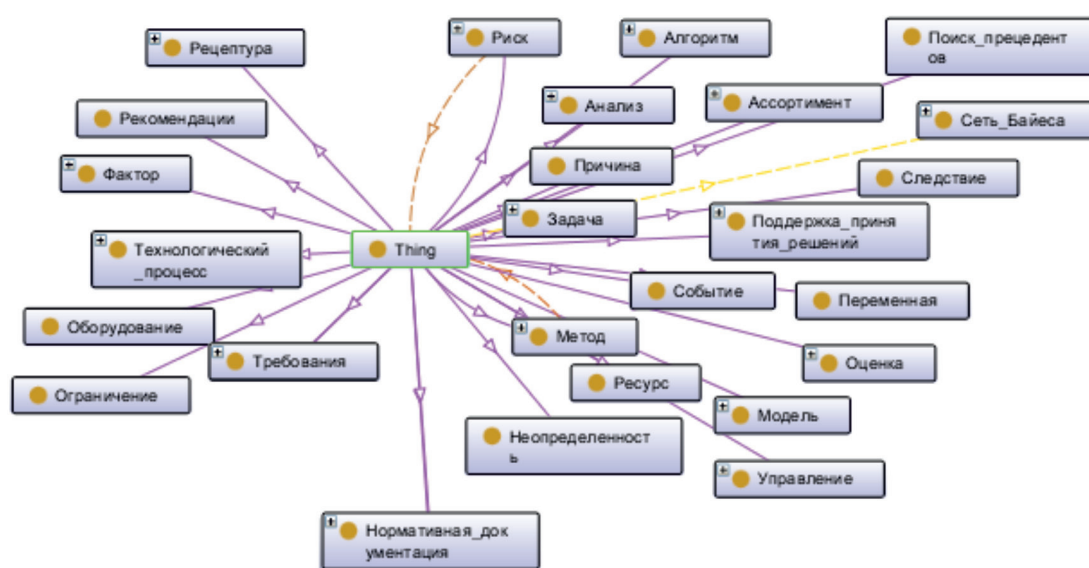


Рис. 3. Гибридная онтология аналитической поддержки ПР управления рисками в технологическом процессе

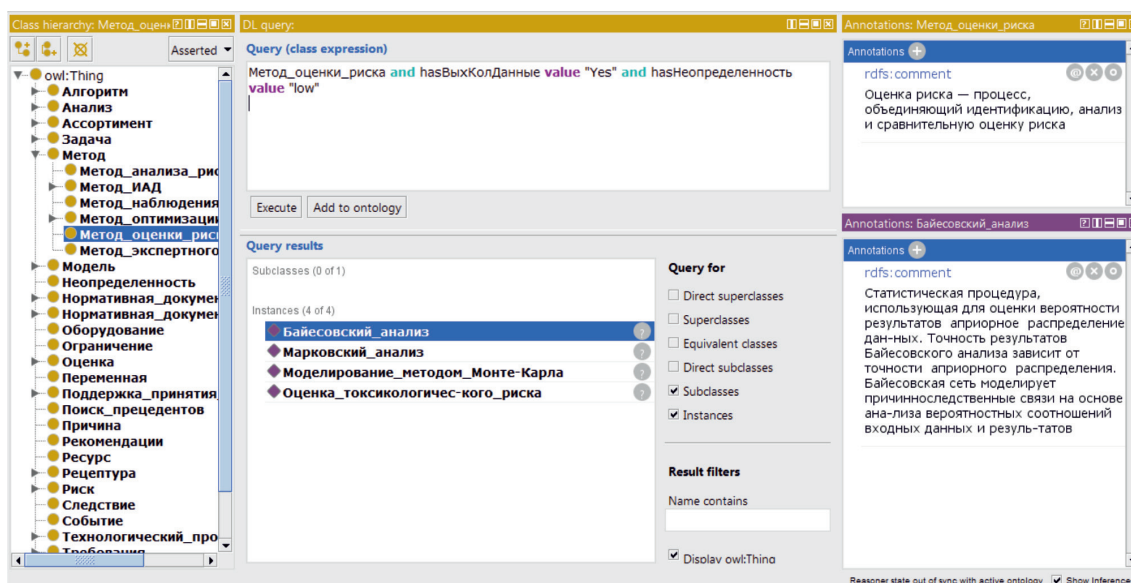


Рис. 4. Запрос DL Query

### Заключение

Разработанная интегрированная онтология поддержки принятия решений объединяет комплекс сформированных онтологий: управления рисками и производственного процесса. Интегрированная онтология позволяет описать предметную область производства пищевых продуктов с точки зрения различных пользователей и сохранить,

согласовать между сотрудниками организации и объединённой онтологии, что является основной задачей для создания единой базы знаний организации.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 16-08-00575 «Интеллектуальные методы многокритериальной диагностики состояний сложных технических систем и технологических процессов».*

**Список литературы**

1. Garetti M., Fumagalli L., Negri E. Role of ontologies for cps implementation in manufacturing. *Management and Production Engineering Review*, Vol. 6. № 4, December 2015, pp. 26–32.
2. ГОСТ Р ИСО 31010 – 2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. – М.: Стандартинформ, 2012. – 74 с.
3. Атнабаева А.Р. Объектное и онтологическое моделирование управления рисками в сложном технологическом процессе // Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах: материалы Всероссийской молодежной Научной школы . – 2017. – Часть 1. – С. 54–57.
4. ГОСТ Р 51705.1–2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 10 с.
5. ГОСТ Р ИСО 22000-2007. Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции. – М.: Стандартинформ, 2007. – 29 с.
6. ГОСТ 31805-2012. Изделия хлебобулочные из пшеничной муки. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2012. – 15 с.
7. Федеральная служба государственной статистики. Интерактивная витрина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cbsd.gks.ru/#> (дата обращения: 20.05.2018).
8. Болотова Л.С. Системы поддержки принятия решений в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для академического бакалавриата / Л.С. Болотова; отв. ред. В.Н. Волкова, Э.С. Болотов. – М.: Изд-во Юрайт, 2018. – 250 с. URL: [www.biblio-online.ru/book/4C8A042C-6338-4AAB-AAA1-602545D14FE1](http://www.biblio-online.ru/book/4C8A042C-6338-4AAB-AAA1-602545D14FE1) (дата обращения: 20.05.2018).
9. Черняховская Л.Р. Поддержка принятия решений при стратегическом управлении предприятием на основе инженерии знаний / Л.Р. Черняховская. – Уфа: АНРБ, Гилем, 2010. – 128 с.
10. Гаврилова Т.А., Муромцев Д.И. Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы: учебн. пособие. 2-е изд. / Гаврилова Т.А., Муромцев Д.И.; Высшая школа менеджмента СПбГУ. – СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента»; Издат. дом С.-Петерб. гос. ун-та, 2008. – 488 с.