Научная статья
Original article
УДК 33

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СЕТЕЙ

CHOICE OF TECHNOLOGY FOR AUTOMATION OF THE PROCESS INVENTORY OF FOOD PRODUCTSCHAIN

Шамкина Александра Алексеевна, Магистрант 2 курс, факультет «Институт магистратуры», Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Россия, г. Санкт-Петербург

Григорян Гайк Геворгович, Магистрант 2 курс, факультет «Институт магистратуры», Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Россия, г. Санкт-Петербург

Shamkina Alexandra Alekseevna, email: sashashamkina98@gmail.com

Grigoryan Gayk Gevorgovich, email: grigoriyangg@gmail.com

Аннотация: В данной статье рассматривается деятельность сети продовольственных магазинов здорового питания и способы улучшения внутренней логистики и инвентаризации с помощью внедрения технологии маркировки продукции на основе метода анализа иерархий. Работу можно разделить на три основных части. В начале будут выбраны критерии для CRM-системы, а также обоснован их выбор. Затем будет проведено описание существующих технологий для маркировки продукции, известных на сегодняшний день. В последней части будет проведен метод анализа иерархий с

математическим расчётом для выявления технологии, которая является наиболее соответствующей для выбранной организации.

Annotation: This article discusses the activities of a chain of health food stores and ways to improve internal logistics and inventory through the introduction of product labeling technology based on the hierarchy analysis method. The work can be divided into three main parts. At the beginning, criteria for the CRM system will be selected, and their choice will be justified. Then, a description of the existing technologies for labeling products, known to date, will be carried out. In the last part, a hierarchical analysis method will be carried out with a mathematical calculation to identify the technology that is most appropriate for the selected organization.

Ключевые слова: QR-код, штрих-код, RFID, критерии, CRM-ситема, маркировка, метод анализа иерархий.

Key words: QR code, barcode, RFID, criteria, CRM system, marking, hierarchy analysis method.

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы: Выявить наиболее выгодный вариант в качестве решения управленческой проблемы автоматизации процесса инвентаризации продукции продовольственных сетей.

В процессе анализа:

– устанавливается список альтернатив, готовых удовлетворить сформулированные требования, и список критериев, по которым будут сравниваться альтернативы;

– определяются предполагаемые приоритеты важности установленных критериев по отношению к цели;

– составляются матрицы попарных сравнений альтернатив по каждому из критериев;

– дается оценка однородности суждений;

– устанавливаются нормализованные оценки вектора приоритета.

Рассматриваемая в статье организация для внедрения технологии маркировки – российская розничная сеть супермаркетов «ВкусВилл».

1. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ДЛЯ CRM-СИСТЕМЫ

1.1. Выбор критериев

Для проведения математического анализа иерархии с целью выбора технологии маркировки были выбраны следующие критерии:

– стоимость приобретения и внедрения;

– необходимость в прямой видимости метки;

– дальность регистрации;

– идентификация движущихся объектов;

– безопасность и защита от подделки;

– работа при повреждении метки.

1.2. Обоснование выбора критериев

С момента основания компания «ВкусВилл» показывает высокие темпы роста, которые напрямую сопряжены с увеличением количества персонала, усложнением логистической системы, а вместе с ними и возрастание объёма издержек на обучение при приёме на работу, выплату заработной платы и, самое главное, последующий контроль и поддержание функционирования развивающейся системы. В результате поиска баланса между качеством, стоимостью и временем в начале 2018 года в компании была внедрена система, позволяющая полностью контролировать работу всех магазинов через мобильные телефоны. Она позволяет выдавать поручения из офиса: сфотографировать определённый прилавок, выложить фотографию поломки без лишних трудностей в объяснении и поиске причин в связи с отсутствием визуализации. Все фотографии попадают в единую систему. Через эту же систему менеджеры соответствующих отделов контролируют все возвраты, списания, нюансы по качеству. Спустя 4 месяца после запуска данной программы было принято решение о подключении к системе водителей, чтобы контролировать разгрузки.

При большом обороте продукции и маркировки объектов важна стоимость единицы продукции. Важно учитывать срок действия, а также причины порчи метки, либо затруднения работы, считывания. Важным критерием для расчёта стоимости внедрения в том числе выступает сопутствующее оборудование, при помощи которого будет осуществляться считывание и работа с метками.

Так как продукция часто перемещается и присутствует фактор физического трения и вероятность порчи упаковки, а вместе с ней и метки, необходимо брать в учёт прочность и стойкость материала к износу. Расположение на полках зачастую не сохраняет порядок, расположенный сотрудниками, из-за перебора продукции покупателями. По этой причине при ежедневной инвентаризации в конце дня фактор затраченного времени на учёт беспорядочно расположенных товаров также необходимо рассматривать.

2. РЫНОК ТЕХНОЛОГИЙ МАРКИРОВКИ ПРОДУКЦИИ

2.1. Штрих-код

Сегодня штрихкодирование используется во многих областях деятельности компании: на складе (при приемке, инвентаризации и отпуске товара), в магазине (для реализации товаров конечному покупателю), а также в документообороте (для более быстрого поиска электронных документов в системе).

При всей несомненной эффективности штрихкодирования, его внедрение в компании является достаточно затратным мероприятием.

Механизм штрихкодирования устроен следующим образом: каждой товарной категории (документу) присваивается свой штрихкод, сканируя который можно найти данный товар (документ) в системе. Быстрый поиск товара, документа и является главной целью штрихкодирования. К тому же, это исключает возможность ошибки: отсканированный штрих-код явно укажет человеку, какой товар выбрать, тогда, как при ручном поиске может быть выбрана неподходящая позиция.

2.2. QR-код

QR-код – это матричный код, который был создан в 1994 году японской компанией Denso-Wave. QR является аббревиатурой от Quick Response (в переводе с английского: быстрый отклик). И этот код оправдывает своё название, поскольку данные из него могут быть извлечены очень быстро [1]. Эта особенность, а также высокая информационная ёмкость делает QR-коды перспективным методом отображения и передачи информации. QR-коды могут быть использованы для быстрого считывания данных с поверхностей, для быстрого перехода по ссылке, а также для занесения информации в память. В отличие от обычных штрих-кодов, QR-коды имеют ряд преимуществ: – большая информационная емкость; – система коррекции ошибок (до 30% кода может быть испорчено без потери информации). Для того чтобы раскодировать QR-код, сначала нужно найти его на изображении. Этим занимаются алгоритмы детектирования. Структура QR-кода предусматривает 3 метки для его обнаружения – FP (Finder Pattern). Каждая из них представляет собой концентрический квадрат, состоящий из 3 вложенных квадратов.

Торговый представитель проводит сканирование QR-кодов с установленного оборудования с помощью встроенной в мобильное устройство камеры, а система проводит сравнения отсканированных кодов с эталонными образцами, и, таким образом, подтверждается наличие или отсутствие инвентарного оборудования в торговой точке. Пользователь также имеет возможность отмечать наличие или отсутствие оборудования вручную, а также создавать новые записи об установленном POS-оборудовании в торговой точке.

2.3. «RFID»-метка

Применение «RFID»-технологий для автоматизации торгового зала и автоматизации кассовой зоны позволяет значительно экономить время при обслуживании клиентов, а также значительно сократить временные затраты при последующем учете товаров в информационной системе. Возможно одновременное сканирование группы товаров и сканирование отдельно взятого

товара индивидуально. «RFID» является не просто заменой штрихкодирования, он также является эффективным средством борьбы с контрафактом. «RFID» в ритейле – это быстрая инвентаризация, точный учет, обнаружение краж. Одно из сопутствующих применений – контроль перемещения персонала; применение карт лояльности со встроенной «RFID»-меткой.

3. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЕРАРХИИ С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА CRM-СИСТЕМЫ

3.1. Применение метода анализа иерархий

Представление иерархии начинается с постановки проблемы исследования. Далее строится дерево альтернатив, включая цель, расположенную в ее вершине, промежуточные уровни (например, критерии) и альтернативы, формирующие самый нижний иерархический уровень. Ниже схематично представлено дерево альтернатив (рис.1).

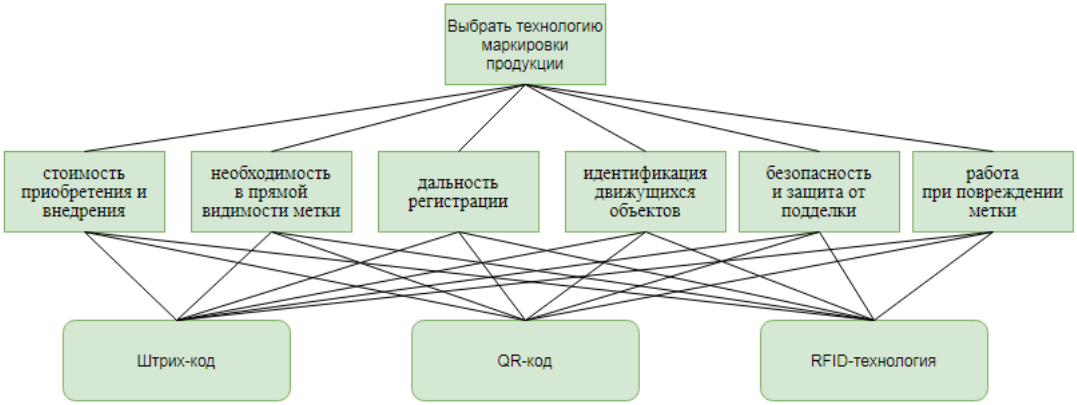

Рисунок 1 – Дерево альтернатив

Для установления относительной важности элементов иерархии используется шкала отношений, которая показана в таблице 1. Данная шкала позволяет лицу, принимающему решение, ставить в соответствие степеням предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим некоторые числа.

Таблица 1 – Шкала отношений

Степень важности	**Определение**	**Пояснения**
1.	Одинаковая значимость.	Два действия вносят одинаковый вклад в достижения цели.
3.	Некоторое преобладание значимос-ти одного действия (показателя, фактора) перед другими (слабая зависимость).	Опыт и суждения дают легкое пред-почтение одному действию (показате-лю, фактору) перед другим.
5.	Существенная или сильная зависи-мость.	Опыт и суждения дают сильное пред-почтение одному действию перед другим.
7.	Очень сильная или очевидная значи-мость.	Предпочтение одного действия перед другим очень сильно. Его превосход-ство практически явно.
9.	Абсолютная значимость.	Свидетельство в пользу предпочтения одного действия другому в высшей степени убедительны.
2,4,6,8.	Промежуточные значения между соседними значениями шкалы.	Ситуация, когда необходимо компро-миссное решение.

Очерчен круг критериев, на основании анализа которых будет приниматься решение о выборе технологии маркировки для проведения инвентаризации:

– стоимость приобретения и внедрения;

– необходимость в прямой видимости метки;

– дальность регистрации;

– идентификация движущихся объектов;

– безопасность и защита от подделки;

– работа при повреждении метки.

Получены числовые оценки матрицы попарных сравнений для критериев и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица попарных сравнений критериев

Критерии	Стоимость приобретения и внедрения	Необходимость в прямой видимости метки	Дальность регистрации	Идентификация движущихся объектов	Безопасность и защита от подделки	Работа при повреждении метки
Стоимость приобретения и внедрения	1	3	4	8	5	6
Необходимость в прямой видимости метки	1/2	1	3	5	2	4
Дальность регистрации	1/3	1/3	1	4	2	3
Идентификация движущихся объектов	1/7	1/5	1/4	1	1/2	3
Безопасность и защита от подделки	1/4	1/2	1/2	2	1	4
Работа при повреждении метки	1/5	1/4	1/3	1/3	1/4	1

3.2. Построение матрицы попарных сравнений. Сравнение альтернатив по критериям

Ниже рассмотрены аналогичные матрицы сравнения вариантов (альтернатив) по каждому критерию. Получены числовые оценки матрицы попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Стоимость приобретения и внедрения» и представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Стоимость приобретения и внедрения»

Стоимость приобретения	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/2	1/7

QR-код	2	1	1/2
«RFID»	7	2	1

Получены числовые оценки матрицы попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Необходимость в прямой видимости метки» и представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Необходимость в прямой видимости метки»

Необходимость в прямой видимости метки	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/2	1/6
QR-код	2	1	1/2
«RFID»	6	2	1

Получены числовые оценки матрицы попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Дальность регистрации» и представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Матрица попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Дальность регистрации»

Дальность регистрации	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/2	1/4
QR-код	2	1	1/2
«RFID»	4	2	1

Получены числовые оценки матрицы попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Идентификация движущихся объектов» и представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Матрица попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Идентификация движущихся объектов»

Идентификация движущихся объектов	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/3	1/5
QR-код	3	1	1/3

«RFID»	5	3	1

Получены числовые оценки матрицы попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Безопасность и защита от подделки» и представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Матрица попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Безопасность и защита от подделки»

Безопасность и защита от подделки	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/3	1/5
QR-код	3	1	1/3
«RFID»	5	3	1

Получены числовые оценки матрицы попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Работа при повреждении метки» и представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Матрица попарных сравнений альтернатив по отношению к критерию «Работа при повреждении метки»

Работа при повреждении метки	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/2	1/6
QR-код	2	1	1/2
«RFID»	6	2	1

В следующем пункте будет рассмотрена методика анализа полученных матриц.

Первый шаг нормировки представлен в таблице 9, он заключается в нахождении суммы элементов каждого столбца матрицы.

Таблица 9 – Нормировка матрицы, нахождение суммы элементов каждого столбца

Критерии	Стоимость приобретения и внедрения	Необходимость в прямой видимости метки	Дальность регистрации	Идентификация движущихся объектов	Безопасность и защита от подделки	Работа при повреждении метки
Стоимость приобретения и внедрения	1	1/2	7	2	1/3	5
Необходимость в прямой видимости метки	2	1	5	3	2	5
Дальность регистрации	1/7	1/5	1	1/5	1/5	1/3
Идентификация движущихся объектов	1/2	1/3	5	1	1/4	3
Безопасность и защита от подделки	3	1/2	5	4	1	5
Работа при повреждении метки	1/5	1/5	3	1/3	1/5	1
СУММА	6,84	2,7	26	10,5	3,98	19,3

В таблице 10 представлен результат второго шага нормировки, который основан на делении всех элементов матрицы на сумму элементов соответствующего столбца.

Таблица 10 – Нормировка матрицы, деление всех элементов матрицы на сумму элементов соответствующего столбца

Критерии	Стоимость приобретения и внедрения	Необходимость в прямой видимости метки	Дальность регистрации	Идентификация движущихся объектов	Безопасность и защита от подделки	Работа при повреждении метки
Стоимость приобретения и внедрения	0,146	0,185	0,269	0,19	0,327	0,259
Необходимость в прямой видимости метки	0,292	0,37	0,192	0,286	0,502	0,259
Дальность регистрации	0,02	0,074	0,038	0,019	0,05	0,017
Идентификация движущихся объектов	0,07	0,123	0,192	0,095	0,063	0,155
Безопасность и защита от подделки	0,439	0,185	0,192	0,38	0,251	0,259
Работа при повреждении метки	0,29	0,074	0,115	0,032	0,05	0,052

Далее нужно найти среднее значение для каждой строки, как показано в таблице 11.

Таблица 11 – Нахождение среднего значения для каждой строки

Критерии	Стоимость приобретения и внедрения	Необходимость в прямой видимости метки	Дальность регистрации	Идентификация движущихся объектов	Безопасность и защита от подделки	Работа при повреждении метки	**СРЗНАЧ**
Стоимость приобретения и внедрения	0,146	0,185	0,269	0,19	0,327	0,259	**0,229**
Необходимость в прямой видимости метки	0,292	0,37	0,192	0,286	0,502	0,259	**0,317**
Дальность регистрации	0,02	0,074	0,038	0,019	0,05	0,017	**0,036**
Идентификация движущихся объектов	0,07	0,123	0,192	0,095	0,063	0,155	**0,116**
Безопасность и защита от подделки	0,439	0,185	0,192	0,38	0,251	0,259	**0,284**
Работа при повреждении метки	0,29	0,074	0,115	0,032	0,05	0,052	**0,102**

Полученный столбец задает «веса» критериев с точки зрения поставленной цели. Этот столбец называют весовым столбцом критериев по цели. Промежуточный вывод представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Промежуточный вывод

Критерий	**Вес в долях**	**Вес в процентах**
Стоимость приобретения и внедрения	0,317	31,7%
Необходимость в прямой видимости метки	0,229	28,4%
Дальность регистрации	0,036	3,6%
Идентификация движущихся объектов	0,116	11,6%
Безопасность и защита от подделки	0,284	22,9%
Работа при повреждении метки	0,102	10,2%

С точки зрения удовлетворения цели наиболее весомым является стоимость приобретения и внедрения (31,7%), необходимость в прямой видимости метки (28,4%), потом идет безопасность и защита от подделки (22,9%).

Далее произведен расчет для матриц попарного сравнения по каждым критериям. Действия аналогичны расчетам, представленные в таблицах 9 – 12. В итоге получатся столбцы (векторы) весовых коэффициентов объектов сравнения с точки зрения соответствия отдельным критериям.

Первый шаг нормировки для критерия «Стоимость приобретения и внедрения» представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Нахождение суммы элементов каждого столбца для критерия «Стоимость приобретения и внедрения»

Стоимость приобретения и внедрения	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/2	1/7
QR-код	2	1	1/2
«RFID»	7	2	1
СУММА	10	3,5	1,643

В таблице 14 представлен результат второго шага нормировки, который основан на делении всех элементов матрицы на сумму элементов соответствующего столбца.

Таблица 14 – Нормировка матрицы для критерия «Стоимость приобретения и внедрения»

Стоимость приобретения и внедрения	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	0,1	0,143	0,087
QR-код	0,2	0,286	0,304
«RFID»	0,7	0,571	0,609

Далее нужно найти среднее значение для каждой строки, как показано в таблице 15.

Таблица 15 – Нахождение среднего значения для каждой строки для критерия «Стоимость приобретения и внедрения»

Стоимость приобретения и внедрения	Штрих-код	QR-код	«RFID»	СРЗНАЧ
Штрих-код	0,1	0,143	0,087	0,11
QR-код	0,2	0,286	0,304	0,263
«RFID»	0,7	0,571	0,609	0,627

Полученный столбец задает «веса» критериев с точки зрения поставленной цели. Этот столбец называют весовым столбцом критериев по цели. Промежуточный вывод представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Промежуточный вывод для критерия «Стоимость приобретения и внедрения»

Критерий	**Вес в долях**	**Вес в процентах**
Штрих-код	0,11	62,7%
QR-код	0,263	26,3%
«RFID»	0,627	11%

По критерию «Стоимость приобретения» наиболее весомым является технология штрих-код (62,7%), далее следует QR-код (26,3%), и наиболее затратна «RFID» (11%). Если бы объект выбирался только по цене, то выбор уже сейчас был бы очевидным.

Далее в таблицах 17 – 32 представлены аналогичные действия по остальным критериям.

Таблица 17 – Нахождение суммы элементов каждого столбца для критерия «Необходимость в прямой видимости метки»

Необходимость в прямой видимости метки	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/2	1/6
QR-код	2	1	1/2
«RFID»	6	2	1
СУММА	**9**	**3,5**	**1,667**

Таблица 18 – Нормировка матрицы для критерия «Необходимость в прямой видимости метки». Среднее значение

Необходимость в прямой видимости метки	Штрих-код	QR-код	«RFID»	**СРЗНАЧ**
Штрих-код	0,111	0,143	0,1	**0,118**
QR-код	0,222	0,286	0,3	**0,269**
«RFID»	0,667	0,571	0,6	**0,613**

Таблица 19 – Промежуточный вывод для критерия «Необходимость в прямой видимости метки»

Критерий	**Вес в долях**	**Вес в процентах**
Штрих-код	0,118	11,8%
QR-код	0,269	26,9%
«RFID»	0,613	61,3%

По критерию «Необходимость в прямой видимости метки» наиболее технически готовым является «RFID» (61,3%), далее следует QR-код (26,9%), и наименее релевантна «Штрих-код» (11,8%).

Таблица 20 – Нахождение суммы элементов каждого столбца для критерия «Дальность регистрации»

Дальность регистрации	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/2	1/4
QR-код	2	1	1/2
«RFID»	4	2	1
СУММА	**7**	**3,5**	**1,75**

Таблица 21 – Нормировка матрицы для критерия «Дальность регистрации». Среднее значение

Дальность регистрации	Штрих-код	QR-код	«RFID»	**СРЗНАЧ**
Штрих-код	0,143	0,142	0,142	**0,142**
QR-код	0,286	0,285	0,285	**0,285**
«RFID»	0,571	0,571	0,571	**0,571**

Таблица 22 – Промежуточный вывод для критерия «Дальность регистрации»

Критерий	**Вес в долях**	**Вес в процентах**
Штрих-код	0,142	14,2%
QR-код	0,285	28,5%
«RFID»	0,571	57,1%

По критерию «Дальность регистрации» наиболее весомым является «RFID» (57,1%), далее следует QR-код (28,5%), и наименее интересна Штрих-

код (14,2%). Данная оценка также обуславливается наличием процессора внутри метки.

Таблица 23 – Нахождение суммы элементов каждого столбца для критерия «Идентификация движущихся объектов»

Возможность интеграции	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/3	1/5
QR-код	3	1	1/3
«RFID»	5	3	1
СУММА	**9**	**4,5**	**1,75**

Таблица 24 – Нормировка матрицы для критерия «Идентификация движущихся объектов». Среднее значение

Идентификация движущихся объектов	Штрих-код	QR-код	«RFID»	**СРЗНАЧ**
Штрих-код	0,111	0,111	0,143	**0,122**
QR-код	0,333	0,222	0,286	**0,280**
«RFID»	0,556	0,667	0,571	**0,598**

Таблица 25 – Промежуточный вывод для критерия «Идентификация движущихся объектов»

Критерий	**Вес в долях**	**Вес в процентах**
Штрих-код	0,122	12,2%
QR-код	0,280	28%
«RFID»	0,598	59,8%

По критерию «Идентификация движущихся объектов» «RFID» (59,8%) существенно перевешивает и QR-код (28%), и Штрих-код (12,2%).

Таблица 26 – Нахождение суммы элементов каждого столбца для критерия «Безопасность и защита от подделки»

Безопасность и защита от подделки	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/3	1/5
QR-код	3	1	1/3
«RFID»	5	3	1
СУММА	**9**	**4,333**	**1,533**

Таблица 27 – Нормировка матрицы для критерия «Безопасность и защита от подделки». Среднее значение

Безопасность и защита от подделки	Штрих-код	QR-код	«RFID»	СРЗНАЧ
Штрих-код	0,111	0,077	0,130	0,106
QR-код	0,333	0,231	0,217	0,26
«RFID»	0,556	0,692	0,652	0,633

Таблица 28 – Промежуточный вывод для критерия «Безопасность и защита от подделки»

Критерий	**Вес в долях**	**Вес в процентах**
Штрих-код	0,106	10,6%
QR-код	0,26	26%
«RFID»	0,633	63,3%

По критерию «Безопасность и защита от подделки» «RFID» (63,3%) существенно перевешивает и QR-код (26%), и Штрих-код (10,6%).

Таблица 29 – Нормировка матрицы, нахождение суммы элементов каждого столбца для критерия «Работа при повреждении метки»

Работа при повреждении метки	Штрих-код	QR-код	«RFID»
Штрих-код	1	1/2	1/6
QR-код	2	1	1/2
«RFID»	6	2	1
СУММА	**9**	**3,5**	**1,667**

Таблица 30 – Нормировка матрицы для критерия «Работа при повреждении метки». Среднее значение

Работа при повреждении метки	Штрих-код	QR-код	«RFID»	**СРЗНАЧ**
Штрих-код	0,111	0,143	0,1	**0,118**
QR-код	0,222	0,286	0,3	**0,269**
«RFID»	0,667	0,571	0,6	**0,613**

Таблица 31 – Промежуточный вывод для критерия «Работа при повреждении метки»

Критерий	Вес в долях	Вес в процентах
Штрих-код	0,118	11,8%
QR-код	0,269	26,9%
«RFID»	0,613	61,3%

По критерию «Работа при повреждении метки» «RFID» (51,3%) существенно перевешивает и QR-код (26,9%), и Штрих-код (11,8%).

3.3. Определение весов альтернатив по системе иерархии

В результате расчетов, выполненных в предыдущем пункте, сформированы: вектор весов критериев (таблица 33) и матрица весов альтернатив по каждому критерию (состоящая из полученных весовых столбцов), представленная в таблице 34.

Таблица 32 – Матрица весов альтернатив по каждому критерию

Критерии	Стоимость приобретения и внедрения	Необходимость в прямой видимости метки	Дальность регистрации	Идентификация движущихся объектов	Безопасность и защита от подделки	Работа при повреждении метки
Штрих-код	0,11	0,118	0,142	0,122	0,106	0,118
QR-код	0,263	0,269	0,285	0,28	0,26	0,269
«RFID»	0,627	0,613	0,571	0,598	0,633	0,613

Таблица 33 – Вектор весов критериев

Критерий	**Вес в долях**
Необходимость в прямой видимости метки	0,229
Стоимость приобретения и внедрения	0,317
Дальность регистрации	0,036
Идентификация движущихся объектов	0,116
Безопасность и защита от подделки	0,284
Работа при повреждении метки	0,102

Умножая полученную матрицу на столбец по правилу, строка на столбец (матрично), получаются веса альтернатив с точки зрения достижения цели:

$$\begin{pmatrix} 0{,}11 & 0{,}118 & 0{,}142 & 0{,}122 & 0{,}106 & 0{,}118 \\ 0{,}263 & 0{,}269 & 0{,}285 & 0{,}28 & 0{,}26 & 0{,}269 \\ 0{,}627 & 0{,}613 & 0{,}571 & 0{,}598 & 0{,}633 & 0{,}613 \end{pmatrix} \text{X} \begin{pmatrix} 0{,}229 \\ 0{,}317 \\ 0{,}036 \\ 0{,}116 \\ 0{,}284 \\ 0{,}102 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0{,}156 \\ 0{,}234 \\ 0{,}61 \end{pmatrix}$$

В результате вычислений получена итоговая таблица веса альтернатив с точки зрения достижения поставленной цели (таблица 34).

Таблица 34 – Итоговые веса альтернатив

Критерий	**Вес в долях**	**Вес в процентах**
Штрих-код	0,124	15,6%
QR-код	0,29	23,4%
«RFID»	0,67	61%

Выводом из данной таблицы следует процентный показатель преимущества RFID-технологии над альтернативными вариантами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании установленной цели – выбор способа маркировки продукции продовольственной розничной сети «ВкусВилл» были проанализированы три технологии. Это:

1. Штрих-код;
2. QR-код;
3. «RFID».

В результате проведенного анализа с использованием метода анализа иерархий был установлен наиболее подходящий инструмент для решения поставленной задачи.

В ходе проведения математического анализа иерархии, исходя из выбранных критериев, а также специфики деятельности рассматриваемой компании, наиболее подходящей для реализации поставленной цели «Выбор технологии для автоматизации процесса инвентаризации продукции продовольственных сетей» оказалась система «RFID». Две альтернативные технологии практически в равных долях отвечают заявленным критериям, но обе решают поставленную задачу качественно хуже выбранного способа маркировки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорф Р.К., Бишоп Р.Х. Современные системы управления // Москва, Лаборатория базовых знаний, 2015. - 832 с.
2. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем //Санкт-Петербург, ПИТЕР, 2015. - 448 с.
3. Цыпкин Я. З. Информационная теория идентификации // Москва, Наука, 2016. - 336с
4. «RFID»: принцип работы, применение, преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. URL: http://www.tendo.ru/»RFID».html (дата обращения: 11.03.2021)

5. «RFID»-системы для различных отраслей и областей применения [Электронный ресурс]. URL: http://www.itproject.ru/otraslevye_resheniya (дата обращения: 11.03.2021)
6. Как устроен бизнес сети «ВкусВилл» [Электронный ресурс]. URL: https://incrussia.ru/understand/kak-ustroen-biznes-seti-vkusvill-issledovanie-inc/ (дата обращения: 11.03.2021)
7. «Вкусвилл» увеличил выручку на 77,6%, до 42,05 млрд рублей [Электронный ресурс]. URL: http://russian-consumer.ru/2018/07/31 (дата обращения: 11.03.2021)

BIBLIOGRAPHY

1. Dorf R.K., Bishop R.Kh. Modern control systems // Moscow, Laboratory of basic knowledge, 2015. - 832 p.
2. Dyakonov V.P., Kruglov V.V. MATLAB. Analysis, identification and modeling of systems // St. Petersburg, PETER, 2015. - 448 p.
3. Tsypkin Ya. Z. Information theory of identification // Moscow, Nauka, 2016. - 336s
4. "RFID": principle of operation, application, advantages and disadvantages [Electronic resource]. URL: http://www.tendo.ru/»RFID».html (date of access: 03/11/2021)
5. "RFID" systems for various industries and applications [Electronic resource]. URL: http://www.itproject.ru/otraslevye_resheniya (date of access: 03/11/2021)
6. How the business of the VkusVill network works [Electronic resource]. URL: https://incrussia.ru/understand/kak-ustroen-biznes-seti-vkusvill-issledovanie-inc/ (date of access: 03/11/2021)
7. Vkusvill increased revenue by 77.6% to 42.05 billion rubles [Electronic resource]. URL: http://russian-consumer.ru/2018/07/31 (date of access: 03/11/2021)

© Шамкина А.А., Григорян Г.Г., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №3/2022.

Для цитирования: Шамкина А.А., Григорян Г.Г. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СЕТЕЙ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №3/2022.