

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ПОД КОНТРОЛЕМ ФГИС «МЕРКУРИЙ»



В. В. Шморгай, студентка 1-го курса магистратуры
E-mail: shmorgaj.v@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Н. А. Долгий, канд. техн. наук, доцент
E-mail: dolgi@klgtu.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Предложена архитектура программного посредника для автоматической передачи данных из «1С:Предприятие» в ФГИС «Меркурий» через ВетИС.АРІ. Используются паттерны Transactional Outbox и Repository для гарантированной доставки электронных ветеринарных документов (эВСД) без потерь при сбоях. На основе модели массового обслуживания М/М/с/К и экспериментальных данных ($\lambda = 0,8$ заявок/с, $\mu = 0,3$ заявок/с) обосновано минимальное число параллельных каналов $s = 4$, обеспечивающее вероятность отказа $\leq 0,1$ %.

Ключевые слова: автоматизация учета, 1С:Предприятие, ФГИС «Меркурий», эВСД, программный посредник, теория массового обслуживания.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с российским законодательством, предприятия, выпускающие продукцию животного происхождения (мясо, молоко, яйца и др.), обязаны оформлять на каждую партию товара электронный ветеринарный сопроводительный документ (эВСД). Для этой цели используется Федеральная государственная информационная система «Меркурий». Обмен данными с ней осуществляется через официальный АРІ-шлюз ВетИС.АРІ. С 1 января 2018 г., в соответствии с изменениями, внесенными Федеральным законом от 13 июля 2015 г. № 243-ФЗ в Закон РФ «О ветеринарии» [1, 2], ветеринарные сопроводительные документы стали оформляться в электронной форме. Порядок их оформления регулируется ветеринарными правилами, утвержденными Приказом Минсельхоза России № 862 [3].

На многих промышленных предприятиях учет готовой продукции ведется в системе «1С:Предприятие» (далее – 1С). Для соблюдения законодательства необходимо настроить автоматическую передачу данных из 1С в «Меркурий» через ВетИС.АРІ.

Решением этой задачи является создание программного посредника (middleware), который принимает данные из 1С, обеспечивает их гарантированную доставку в «Меркурий» и возвращает подтверждение. Данная статья посвящена разработке и обоснованию использования указанного программного посредника.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель работы – разработка программного модуля для надежной интеграции учетной системы на базе 1С с ФГИС «Меркурий», обеспечивающего автоматическую передачу данных о готовой продукции без потерь и в соответствии с нормативными требованиями.

Задачи исследования:

1. Анализ нормативной базы и технической документации API-шлюза ВетИС.API [4, 5].
2. Сравнительный анализ существующих способов интеграции 1С с «Меркурием».
3. Выбор архитектурных паттернов, гарантирующих сохранность данных при сбоях.
4. Разработка структуры программного посредника.
5. Построение математической модели для определения оптимального числа параллельных каналов связи.

ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – поток информации о готовой продукции, передаваемой из учетной системы 1С в ФГИС «Меркурий».

Предмет исследования – способы организации передачи данных, которые обеспечивают целостность и своевременность оформления ветеринарных документов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использованы: системный анализ технологических процессов складского учета; теория массового обслуживания для расчета оптимального числа каналов; объектно-ориентированное проектирование архитектуры программного обеспечения; экспериментальная проверка с применением модульного и интеграционного тестирования.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Вопросы автоматизации животноводческой и перерабатывающей промышленности рассматриваются в ряде научных трудов. Автоматизация в животноводстве направлена на выведение из технологической цепочки человеческого труда за счет внедрения автоматизированных линий и автоматических устройств, выполняющих комплекс или единичные операции конкретной технологической линии [6]. Вопросы прослеживаемости пищевой продукции в государственных информационных системах, включая взаимодействие ФГИС «Меркурий» и системы «Честный знак», рассмотрены в работе [7]. Возможности внедрения элементов искусственного интеллекта в ФГИС «Меркурий» для усиления ветеринарного контроля проанализированы в [8], а применение ИИ в пищевой отрасли для оптимизации производственных процессов и управления качеством – в [9]. Материалы сборника трудов конференции [10] подтверждают высокую актуальность цифровизации молочной отрасли и смежных направлений.

В настоящее время для интеграции учетных систем с ФГИС «Меркурий» применяются три основных подхода. В таблице представлен их сравнительный анализ.

Таблица – Сравнение способов передачи данных в ФГИС «Меркурий»

Критерий	Ручной ввод через веб-интерфейс	Прямой вызов API из 1С	Предлагаемый посредник
Требуется доработка 1С	Нет	Да	Нет
Риск потери данных при сбое	Высокий (человеческий фактор)	Высокий (отсутствие очереди)	Отсутствует (транзакционная очередь)
Асинхронная обработка	Нет	Нет	Да
Сложность адаптации к изменениям API	Низкая	Высокая	Низкая
Гарантия доставки	Нет	Нет	Да

Ручной ввод через веб-интерфейс системы «Меркурий» [4] характеризуется высокой трудоемкостью (в среднем 2–3 минуты на один ЭВСД) и вероятностью ошибок при копировании данных.

Прямой вызов API из встроенного языка 1С технически возможен с использованием объектов HTTP-запросов. Однако такой подход имеет следующие недостатки: отсутствие

встроенных механизмов очередей (при сбое сети запрос теряется), блокировка пользовательского интерфейса при синхронных вызовах, сложность обработки асинхронных ответов, необходимость модификации типовой конфигурации, что затрудняет последующие обновления.

Предлагаемый программный посредник устраняет перечисленные недостатки за счет выделения интеграционного слоя в отдельный исполняемый модуль. Аналогичные архитектурные решения применяются в корпоративных системах при взаимодействии с внешними сервисами, однако их адаптация к специфике ФГИС «Меркурий» ранее не была описана в научной литературе.

АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО ПОСРЕДНИКА

Предлагаемое решение представляет собой отдельное серверное приложение, функционирующее в качестве промежуточного слоя между 1С и шлюзом ВетИС.АРІ. Приложение поддерживает постоянную готовность к приему запросов от 1С и самостоятельно инициирует взаимодействие с АРІ-шлюзом (рисунки 1–2).

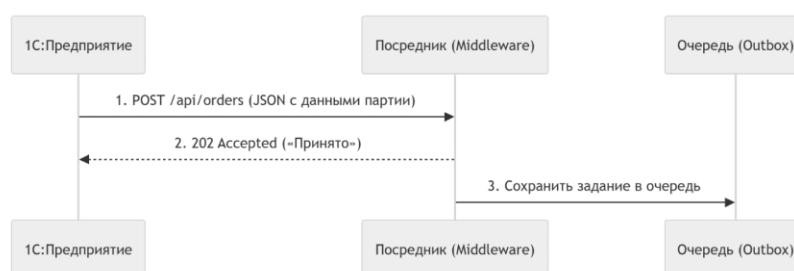


Рисунок 1 – Фаза приема заявки от 1С

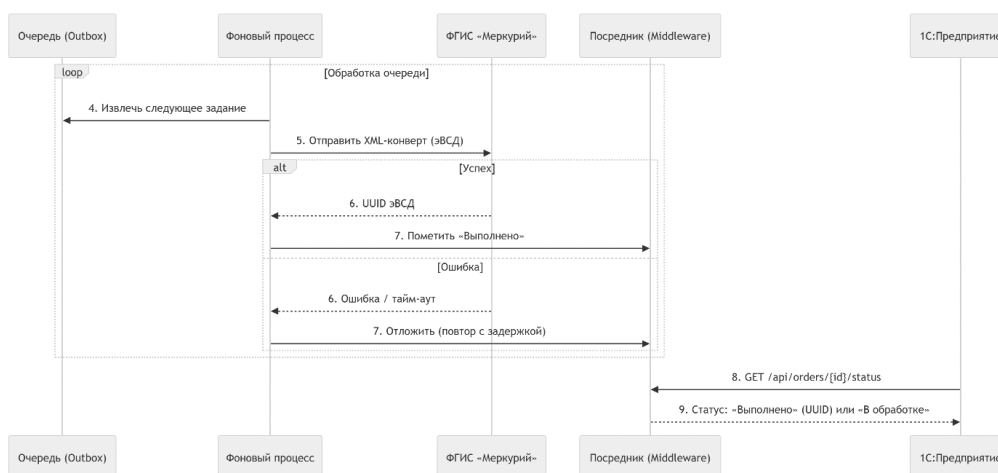


Рисунок 2 – Фоновая обработка и опрос статуса

Рисунок 1 показывает, как заявка мгновенно принимается, а задание попадает в очередь, в то время как рисунок 2 детализирует цикл фоновой обработки и последующий опрос со стороны 1С.

Ключевые механизмы:

1. Прием данных от 1С. 1С формирует JSON-сообщение с номером партии, товаром, датой выработки и сроком годности. Посредник принимает его через REST API.

2. Гарантированное сохранение (Transactional Outbox). Задание сразу записывается во внутреннюю таблицу «Исходящие» в одной транзакции с подтверждением. При сбое питания запись либо есть целиком, либо отсутствует – потери исключены.

3. Отправка в «Меркурий». Фоновый диспетчер выбирает неотправленные задания, преобразует JSON в XML (формат ВетИС.API [5]), отправляет и при ошибке повторяет с увеличивающейся паузой.

4. Доступ к данным (Repository). Вся работа с базой вынесена в отдельный слой. При изменении API «Меркурия» правится только этот блок, основная программа не меняется.

Таким образом, предлагаемая архитектура надежно защищает завод от потери ветеринарных документов и легко адаптируется к возможным будущим нововведениям.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ЧИСЛА КАНАЛОВ

Для обоснованного выбора числа параллельных каналов связи с API-шлюзом ВетИС.API используется многоканальная система массового обслуживания с ожиданием и ограниченной очередью М/М/с/К [11]. Выбор модели обусловлен следующими свойствами реального процесса:

- входящий поток заявок на оформление ЭВСД является пуассоновским;
- время обработки одного запроса шлюзом распределено экспоненциально;
- на стороне посредника организована очередь заданий ограниченной длины К.

Аналогичные подходы к оптимизации загрузки распределенных систем с использованием теории массового обслуживания рассматриваются в работе Al-Matar [12].

Выбор параметров модели производится на основе практических данных, полученных в ходе эксперимента на предприятии. Интенсивность входящего потока в часы пиковой нагрузки составляет $\lambda = 0,8$ заявки в секунду – это соответствует около 2900 ЭВСД в час. Среднее время ответа шлюза ВетИС.API, замеренное в ходе тестовой эксплуатации, составляет 3,33 сек, откуда интенсивность обслуживания $\mu = 0,3$ заявки в секунду. Максимальная длина очереди на стороне посредника выбрана конструктивно $K = 15$ заявок, что позволяет ограничить время ожидания до разумных пределов и избежать неконтролируемого роста буфера.

Стационарные вероятности состояний системы вычисляются по известным формулам, которые являются следствием уравнений глобального баланса и подробно изложены в классических трудах по теории телетрафика.

Вероятность того, что система находится в состоянии, когда все каналы свободны (p_0), определяется по формуле (1):

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^{c-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^c}{c!} \cdot \frac{1 - (\rho/c)^{K+1}}{1 - \rho/c}}, \quad (1)$$

где ρ – приведенная интенсивность нагрузки (2):

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2)$$

Приведенная интенсивность нагрузки в нашем случае составляет:

$$\rho = \frac{0,8}{0,3} \approx 2,66.$$

Отметим, что $\rho > c$ для $c \leq 2$, что означает перегрузку системы и обуславливает необходимость использования нескольких каналов для обеспечения нормативной надежности.

Вероятность отказа (p_{loss}) – доля заявок, получивших отказ из-за переполнения очереди – вычисляется как вероятность пребывания системы в состоянии $c+K$ (3):

$$p_{отказа} = \frac{\rho^{c+K}}{c!c^K} p_0. \quad (3)$$

Средняя длина очереди L_q находится по формуле (4):

$$L_q = \frac{\rho^c}{c!} p_0 \cdot \frac{\rho/c}{(1-\rho/c)^2} \cdot [1 - (\rho/c)^K \cdot (1 + K(1 - \rho/c))] \quad (4)$$

для случая $\frac{\rho}{c} \neq 1$. При $\rho/c=1$ используется предельный переход.

Важнейшим соотношением теории массового обслуживания является формула Литтла, которая связывает среднее время ожидания в очереди W_q со средней длиной очереди и эффективной интенсивностью поступления заявок (5), (6):

$$\lambda_{\text{эфф}} = \lambda \cdot (1 - p_{\text{отказа}}), \quad (5)$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda_{\text{эфф}}}. \quad (6)$$

Для экономической оценки различных вариантов используется функция суммарных потерь в единицу времени (руб/сек). В отличие от распространенных, но нестрогих подходов, в настоящей работе единицы измерения приведены в полное соответствие: остаточные потери от задержек и стоимость содержания каналов выражаются в одинаковой размерности.

Пусть c_w – удельные потери от пребывания одной заявки в очереди в течение одной секунды, руб/(сек·заявка); c_r – стоимость содержания одного канала в секунду, руб/сек.

Тогда общие потери в секунду составят (7):

$$C(c) = c_w \cdot L_q + c_r \cdot c. \quad (7)$$

Для численного расчета вероятностных и экономических характеристик разработана программа на языке Python с использованием библиотек `math`, `numpy` и `matplotlib`. Код реализует аналитические формулы модели М/М/с/К и содержит две основные функции: `mmck_prob()` для расчета вероятностей и длины очереди, и `economic_loss()` для вычисления целевой функции. Ниже представлен листинг программы [Листинг]. Полная версия кода доступна в репозитории: <https://sourcecraft.dev/shmorgaj-v/mercury-middleware?rev=main>. Результат выполнения программы представлен на рисунке 3.

Листинг – Фрагмент расчета вероятности отказа

```
import math
def mmck_p_loss(lmbda, mu, c, K):
    rho = lmbda / mu
    rho_c = rho / c
    # Сумма для вычисления p0
    sum1 = sum((rho**i) / math.factorial(i) for i in range(c))
    sum2 = (rho**c / math.factorial(c)) * (1 - rho_c**(K+1))
    / (1 - rho_c)
    p0 = 1.0 / (sum1 + sum2)
    p_loss = (rho**(c+K) / (math.factorial(c) * (c**K))) * p0
    return p_loss
lambda_peak = 0.8 # интенсивность входящего потока, заявок/сек
mu = 0.3 # интенсивность обслуживания, заявок/сек
K = 15 # максимальная длина очереди
print("c    p_loss")
print("-" * 15)
for c in range(1, 6):
    p = mmck_p_loss(lambda_peak, mu, c, K)
    print(f"{c}      {p:.6f}")
```

c	p_loss	Lq	Wq(сек)	Потери(руб/сек)
1	0.625000	14.40	48.00	0.6440
2	0.251655	12.12	20.24	1.1212
3	0.017230	3.95	5.03	1.5395
4	0.000288	0.75	0.93	2.0075
5	0.000006	0.18	0.23	2.5018
6	0.000000	0.05	0.06	3.0005
7	0.000000	0.01	0.02	3.5001
8	0.000000	0.00	0.00	4.0000

Рисунок 3 – Результат выполнения программы

Анализ полученных данных показывает, что при $c = 3$ вероятность отказа составляет 0,017 (1,7 %), что почти в 17 раз превышает нормативный порог $p_loss \leq 0,001$ (0,1 %). Предприятие, эксплуатирующее систему с тремя каналами, будет сталкиваться с отказами в оформлении ЭВСД на уровне $\approx 1,7$ % партий продукции, что влечет за собой риски штрафных санкций согласно ч. 1 ст. 10.6 КоАП РФ.

При $c = 4$ вероятность отказа снижается до 0,000288, что удовлетворяет нормативному требованию с запасом. Дальнейшее увеличение числа каналов ($c \geq 5$) не дает значимого повышения надежности, но требует дополнительных вычислительных ресурсов.

Таким образом, оптимальным с точки зрения соблюдения нормативных требований при минимальном потреблении ресурсов является $c = 4$ параллельных канала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы разработан программный посредник для автоматической передачи данных о готовой продукции животного происхождения из учетной системы «1С:Предприятие» в ФГИС «Меркурий». Реализованная архитектура обладает следующими характеристиками:

1. Сохранение существующей инфраструктуры.
2. Гарантированная доставка данных.
3. Устойчивость к изменениям внешнего API.
4. Научно обоснованный выбор производительности.

Перспективным направлением является добавление в программу элементов искусственного интеллекта, что соответствует современным инициативам Россельхознадзора по внедрению аналитических модулей в ФГИС ВетИС [14]. Дальнейшие направления работы может включать в себя расширение сервиса для взаимодействия с системой «Честный знак» [15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О ветеринарии: Закон РФ от 14 мая 1993 № 4979-1 (ред. от 02.07.2021). – Текст: электронный // СПС «КонсультантПлюс»: [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4438/ (дата обращения: 10.04.2026).
2. О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О ветеринарии»: Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 243-ФЗ. – Текст: электронный // Официальный интернет-портал правовой информации: [сайт]. – URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 10.04.2026).
3. Приказ Минсельхоза России от 13 декабря 2022 г. № 862 «Об утверждении Ветеринарных правил...». – Текст: электронный // Консорциум «Кодекс»: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300425568?marker=6520IM> (дата обращения: 08.06.2026).

4. ФГИС «Меркурий»: [сайт] / Россельхознадзор. – URL: <https://mercury.vetrfr.ru> (дата обращения: 10.04.2026).
5. Компонент Ветис.API // Справочная система ФГИС ВетИС: [сайт]. – URL: https://help.vetrfr.ru/index.php?title=Компонент_Ветис.API (дата обращения: 10.04.2026).
6. Чехунов, О. А. Роботизированные и автоматизированные системы в животноводстве (устройство, технология, расчет): монография / О. А. Чехунов, А. Н. Макаренко, Г. С. Чехунова [и др.]; под ред. О. А. Чехунова. – Белгород: БелГАУ им. В. Я. Горина, 2025. – 559 с. – ISBN 978-5-6050136-8-6 // ЭБС Лань: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/517214> (дата обращения: 15.04.2026).
7. Никитина, М. А. Прослеживаемость пищевой продукции в государственных информационных системах / М. А. Никитина, Ю. А. Кузлякина // Все о мясе. – 2025. – № 2. – С. 3–7. – DOI 10.21323/2071-2499-2025-2-3-7. – EDN XFMWNK.
8. Орехова, А. А. Внедрение элементов искусственного интеллекта в ФГИС «Меркурий» / А. А. Орехова, М. В. Васильева // Материалы докладов 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов (г. Витебск, 2023 г.): в 2 т. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2023. – Т. 2. – С. 57–60. – URL: <https://rep.vstu.by/handle/123456789/17551> (дата обращения: 13.06.2026).
9. Коршиков, С. В. Искусственный интеллект в пищевой отрасли / С. В. Коршиков // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2025. – Т. 27, № 3. – С. 99–106. – DOI 10.35330/1991-6639-2025-27-3-99-106. – EDN MYTWXX.
10. Передовые достижения науки в молочной отрасли: сб. научных трудов по результатам работы V Международной научно-практической конференции: в 2 ч. Ч. 2 / под ред. В. В. Сурова, Н. А. Медведевой. – Вологда: ВГМХА им. Н. В. Верещагина, 2023. – 325 с. – ISBN 978-5-98076-393-0 // ЭБС Лань: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/387698> (дата обращения: 20.04.2026).
11. Клейнрок, Л. Теория массового обслуживания / пер. с англ. И. И. Грушко; под ред. В. И. Неймана. – Москва: Машиностроение, 1979. – 432 с.
12. Al-Matar, N. Non-convex queue time-bound optimal load balancing / N. Al-Matar // International Journal of Operational Research. – 2026. – Vol. 55, № 1. – P. 1–14. – DOI 10.1504/IJOR.2026.150782.
13. Queueing Systems: Vignette for the 'simmer' Package. – Текст: электронный // Comprehensive R Archive Network (CRAN). – URL: <https://cran.rstudio.com/web/packages/simmer/vignettes/simmer-06-queueing.html> (дата обращения: 20.04.2026).
14. Эксперимент по применению искусственного интеллекта и аналитических модулей при мониторинге ФГИС ВетИС // Россельхознадзор: [сайт]. – URL: <https://fsvps.gov.ru/jeksperiment-po-primeneniju-iskusstvennogo-intellekta-i-analiticheskikh-modulej-pri-monitoringe-fgis-vetis/> (дата обращения: 16.04.2026).
15. Меркурий и Честный Знак: работа с двумя системами // getmark.ru: [сайт]. – URL: <https://getmark.ru/blog/o-markirovke/merkuriy-i-chestnij-znak-rabota-s-dvumja-sistemami/> (дата обращения: 20.04.2026).

AUTOMATION OF FINISHED PRODUCTS ACCOUNTING UNDER THE CONTROL OF THE FSIS MERCURY

V. V. Shmorgai, 1st year Master degree student
E-mail: shmorgaj.v@yandex.ru
Kaliningrad State Technical University

N. A. Dolgyi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
E-mail: dolgi@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

The paper proposes a method for reliable automatic data transfer from 1C:Enterprise to the Federal State Information System “Mercury”. A software middleware has been developed that eliminates information loss and complies with legal requirements. The solution architecture, design patterns (Transactional Outbox and Repository), and a queueing theory model for choosing the optimal number of concurrent requests are explained. The middleware acts as an intermediary between 1C:Enterprise and the VetIS.API gateway. The M/M/c/K model calculates the optimal number of processing channels. Experimental data from an industrial enterprise showed that with $\lambda = 0.8$ requests/sec and $\mu = 0.3$ requests/sec, the optimal number of channels is $c = 4$. This configuration ensures the probability of denial does not exceed 0.1% while minimizing total economic costs.

Keywords: *accounting automation, 1C:Enterprise, FSIS Mercury, eVSD, middleware, queueing theory, M/M/c/K model, veterinary document management.*