

В. А. Зинков¹✉, Е. Ю. Воронкин¹

Разработка информационной системы автоматизированного учета средств индивидуальной защиты сотрудников предприятия с применением методов искусственного интеллекта

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: vmtalya.zinkov@bk.ru

Аннотация. В статье представлены основные результаты разработки интеллектуальной информационной системы для автоматизации учета, выдачи и прогнозирования потребности в средствах индивидуальной защиты сотрудников предприятия. Рассмотрены нормативные цифровизации процессов обеспечения работников СИЗ, выделены проблемы разрозненного хранения данных, ручного формирования личных карточек и недостаточной точности планирования запасов. Предложена модульная архитектура системы, включающая загрузку данных, интеграцию с 1С, подготовку аналитических наборов, формирование документов, контроль сроков повторной выдачи, уведомления и прогнозирования потребности на основе исторических данных. В качестве технологической основы использованы Python, Streamlit, pandas и библиотека Prophet. Разработанное решение позволяет повысить прозрачность учета, снизить трудоемкость документооборота и обеспечить поддержку управленческих решений в области охраны труда.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты, учет СИЗ, охрана труда, прогнозирование потребности, машинное обучение, Prophet

V. A. Zinkov¹✉, E. Yu. Voronkin¹

Development of an information system for automated accounting of enterprise employees' personal protective equipment using artificial intelligence methods

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: vmtalya.zinkov@bk.ru

Abstract. The article presents the main results of the development of an intelligent information system for automating the accounting, issuing and forecasting of demand for personal protective equipment at an enterprise. The regulatory and organizational prerequisites for the digitalization of PPE supply processes are considered. The problems of fragmented data storage, manual preparation of personal issue cards and insufficient accuracy of inventory planning are identified. A modular system architecture is proposed, including data loading, integration with 1C, preparation of analytical datasets, document generation, control of reissue deadlines, notifications and demand forecasting based on historical data. Python, Streamlit, pandas and the Prophet library are used as the technological basis. The developed solution increases the transparency of accounting, reduces the labor intensity of document flow and supports management decisions in occupational safety.

Keywords: personal protective equipment, PPE accounting, occupational safety, demand forecasting, machine learning, Prophet

Введение

Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты – обязательное требование охраны труда, установленное Трудовым кодексом РФ и Приказом Минтруда № 766н от 29 октября 2021 года. Касается это любой организации, где есть вредные или опасные условия: производство, строительство, transport и смежные отрасли. Учет при этом обязателен – работодатель фиксирует каждую операцию выдачи, контролирует сроки замены и ведет личные карточки установленной формы. Нарушения влекут административную ответственность; если произошел несчастный случай – становятся аргументом против работодателя при расследовании. На практике этот процесс автоматизирован частично. Данные о сотрудниках – в кадровой системе, нормы выдачи – в Excel, складские операции – в 1С, личные карточки заполняет специалист по охране труда вручную, сверяя несколько источников [1, 2].

Когда сотрудника переводят в другое подразделение, кадровая система отражает изменение, но нормы выдачи и незакрытые сроки остаются в таблице, которую никто не обновил. В итоге специалист либо выявляет расхождения вручную при плановой проверке, либо не выявляет вообще. Отдельная задача – планирование потребности. Стандартный подход: умножить норму на численность сотрудников по каждой профессии. Это дает расчетную цифру, но не фактическую. На реальный объем выдачи влияют износ конкретных партий, интенсивность эксплуатации, досрочные замены и сезонность. Одни позиции расходуются быстрее нормы, другие – медленнее. Итог – периодический дефицит одних СИЗ и затоваривание других: и риск для безопасности, и лишние расходы на хранение. Точность планирования повышается, если опираться на фактическую историю выдач, а не только на нормативный расчет. Методы прогнозирования временных рядов учитывают реальные паттерны потребления и сезонность. Но для этого нужна достаточно длинная история данных и инструмент, доступный специалисту по охране труда без навыков программирования. Цель работы – разработать систему, которая объединяет учет СИЗ, формирование документов, аналитику и прогнозирование в одном приложении. Система должна работать с данными из 1С и закрывать практические задачи специалиста: от оформления личной карточки до расчета заявки на закупку [3, 4].

Исследование предметной области

Учет СИЗ охватывает несколько связанных процессов, каждый из которых требует согласованных данных. Нужно вести актуальные сведения о сотрудниках: табельные номера, подразделения, профессии, даты приема на работу, а для спецодежды и обуви – также размерные характеристики. Отдельно хранятся нормы выдачи: какие средства защиты положены работнику конкретной профессии, в каком количестве, в каких единицах измерения и на какой срок. На основе этих данных фиксируются фактические выдачи и рассчитываются контрольные даты следующей замены. Наконец, по каждому сотруднику формируется личная карточка учета выдачи СИЗ – документ установленной формы, который подтверждает выполнение

работодателем нормативных требований. Проблема в том, что перечисленные данные редко хранятся в одном месте [5]. Кадровая система содержит актуальный состав сотрудников и их профессии. Складская учетная программа фиксирует движение СИЗ как товарных позиций, но не всегда связывает выдачу с конкретным сотрудником и нормой. Нормы выдачи чаще всего живут в Excel-файлах, которые не обновляются автоматически при изменении законодательства или внутренних норм предприятия. Личные карточки ведутся либо в бумажном виде, либо в отдельной таблице, которую специалист заполняет вручную на основе данных из всех перечисленных источников. При такой организации нельзя автоматически ответить на простые вопросы: какие сроки замены истекают в следующем месяце, сколько единиц конкретной позиции потребуется на квартал, у кого из сотрудников карточка заполнена некорректно. Получение этих данных требует ручной сверки нескольких источников, что занимает значительное время и сопряжено с ошибками.

Существующие варианты автоматизации можно разделить на несколько групп. Первая – корпоративные системы, прежде всего решения на платформе 1С. Конфигурации «Зарплата и управление персоналом» и «Бухгалтерия предприятия» содержат кадровые и складские данные, необходимые для учета СИЗ, но специализированного модуля для ведения норм, личных карточек и контроля сроков в стандартных конфигурациях нет. Существуют отраслевые расширения, однако их внедрение требует существенных затрат на настройку и сопровождение. Вторая группа – специализированные системы по охране труда. Они лучше отражают нормативные требования этой области, но нередко плохо интегрируются с действующими кадровыми и складскими системами, что порождает дублирование данных. Третья группа – локальные решения на основе Excel и небольших баз данных. Они быстро внедряются и не требуют IT-поддержки, но при увеличении числа сотрудников и позиций СИЗ становятся неудобными: файлы растут, связи между таблицами нарушаются, а ручное обновление данных отнимает все больше времени. Таким образом, в большинстве случаев на предприятии нет единого инструмента, который бы связывал кадровые данные, нормы, факты выдачи и планирование закупок. Логичный подход – отдельное прикладное приложение, которое использует данные из корпоративных систем через стандартные форматы обмена и при этом специализируется на задачах учета СИЗ: хранение связанных данных, контроль сроков, формирование документов, аналитика и расчет потребности.

При разработке модуля прогнозирования важно понимать природу спроса на СИЗ. Большинство средств защиты не расходуется ежедневно равномерно. Выдача происходит партиями: когда истекает срок носки, при досрочном износе, при найме новых сотрудников или изменении состава рабочих мест. Временные ряды по отдельным позициям получаются прерывистыми – скользящее среднее или линейный тренд на таких данных работают плохо: они не видят периодичность замен и сезонные пики. Prophet строит аддитивную модель с несколькими уровнями сезонности и нормально справляется с пропусками и нерегулярными выбросами – именно такая структура типична для истории выдачи СИЗ.

Методы и технологии

Система – модульный монолит с веб-интерфейсом и файловым хранением в CSV и Parquet. Для учебно-практического проекта это оправданный выбор: приложение разворачивается локально без серверной инфраструктуры, каждый модуль можно дорабатывать независимо, а данные в любой момент открываются и проверяются в обычном табличном редакторе. При переходе к промышленной эксплуатации файловое хранение заменяется на реляционную базу данных без изменения логики модулей – именно для этого разграничение ответственности между модулями выдержано с самого начала. Структура приложения включает следующие модули: загрузки данных, подготовки данных, формирования документов, прогнозирования, контроля сроков, уведомлений и интеграции с 1С. Каждый модуль имеет собственный раздел в Streamlit и работает с подготовленными наборами из рабочего каталога. Порядок работы линейный: сначала загрузка и подготовка данных, затем аналитика и документы [6, 7]. Основной внешний источник – 1С. Большинство организаций ведут в ней кадровый и складской учет, поэтому без интеграции с 1С система останется изолированной от актуальных данных. Получить их можно двумя способами: CSV-файлы, экспортированные из 1С вручную, или автоматический обмен через REST/OData API, доступный в современных конфигурациях 1С:Предприятие 8. Перед сохранением система проверяет обязательные поля, форматы дат и соответствие структуры ожидаемой схеме.

Модель данных строится вокруг трех основных сущностей. Сущность «Сотрудник» хранит табельный номер, подразделение, должность, профессию, дату приема на работу и, при необходимости, размерные характеристики – рост, размер одежды, размер обуви, размер головного убора. Сущность «Норма выдачи» связывает профессию с конкретными позициями СИЗ: наименование, количество, единица измерения, срок носки в месяцах. Сущность «Фактическая выдача» хранит дату операции, идентификатор сотрудника, наименование позиции СИЗ, количество и основание – плановая замена, досрочная или первичная выдача. Из этих трех сущностей модуль подготовки строит рабочие наборы: расширенную историю с рассчитанными контрольными датами, помесечные агрегированные ряды по позициям и обучающий набор для Prophet.

Стек реализации – Python 3.11. Pandas обрабатывает табличные данные: загружает, чистит, объединяет, агрегирует. Streamlit дает веб-интерфейс с фильтрами, таблицами и графиками – без отдельного frontend. Личные карточки формирует python-docx: заполняет DOCX-шаблон данными выбранного сотрудника и сохраняет файл. Уведомления уходят по двум каналам – электронная почта через SMTP и Telegram через Bot API. Прогнозирование выполняет библиотека Prophet, разработанная в Meta. Prophet строит аддитивную модель временного ряда, раскладывая его на тренд, сезонность нескольких уровней и компоненту праздников. Для учета СИЗ это удобно: модель хорошо работает с рядами, в которых есть пропуски и нерегулярные выбросы, что типично для истории выдачи спецодежды и средств защиты. Пользователь выбирает позицию СИЗ, задает

горизонт прогноза в месяцах и получает прогнозные значения с доверительным интервалом, которые отображаются в виде таблицы и графика. Для позиций с коротким рядом – менее шести точек агрегации – система предупреждает о недостаточности данных и не запускает прогноз, чтобы не вводить пользователя в заблуждение ненадежным результатом. Подготовка данных перед прогнозированием – обязательный этап [8, 9]. Система проверяет обязательные поля в каждой загруженной таблице, приводит имена колонок к единому виду, обрабатывает даты в нескольких форматах, объединяет выдачи с данными о сотрудниках и нормах через табельный номер и профессию, рассчитывает контрольные даты как сумму даты выдачи и срока носки в месяцах, затем агрегирует выдачи по позициям и периодам для построения временного ряда. Если этот этап пропустить, исходные учетные файлы содержат слишком много расхождений и пропусков.

Результаты

Система включает восемь функциональных разделов: загрузка данных, просмотр истории выдачи, анализ потребления, формирование личных карточек, контроль сроков, уведомления, интеграция с 1С и прогнозирование потребности. При загрузке пользователь поочередно предоставляет три файла: список сотрудников, нормы выдачи по профессиям и историю фактических выдач. Система проверяет каждый файл: наличие обязательных колонок, типы данных, корректность дат и отсутствие дублирующих записей. Если при загрузке обнаружена проблема – система показывает строку и характер ошибки прямо в интерфейсе. Пользователь исправляет исходный файл, а не разбирается потом, почему аналитика выдает странные цифры. Прошедшие проверку таблицы сохраняются в рабочем каталоге в формате Parquet [10].

Модуль подготовки объединяет три таблицы в единый набор: связывает выдачи с сотрудниками по табельному номеру и с нормами по профессии, рассчитывает для каждой записи дату следующей выдачи и строит помесечный агрегированный ряд по каждой позиции СИЗ. Этот ряд используют и аналитический раздел, и модуль прогнозирования. Итоговую таблицу выдач можно фильтровать по сотруднику, подразделению, позиции и периоду. Раздел анализа потребления показывает динамику выдачи по выбранной позиции в виде столбчатой диаграммы за произвольный период. Рядом – сводка по подразделениям: сколько единиц выдано каждому и какова средняя интенсивность потребления. Это помогает выявлять подразделения с повышенным расходом и заблаговременно увеличивать для них плановый объем закупки.

Формирование личной карточки выполняется в несколько кликов: пользователь выбирает сотрудника из списка, система подставляет его данные и связанные нормы в DOCX-шаблон, заполняет табличную часть записями о выдачах из расширенной истории и сохраняет готовый документ. Шаблон соответствует форме личной карточки учета выдачи СИЗ, рекомендованной нормативными документами. Автоматическое заполнение убирает ручной ввод – а значит, и опечатки, и пропущенные строки в юридически значимом документе.

Раздел контроля сроков показывает записи, у которых замена наступает в течение заданного числа дней. По умолчанию горизонт – 30 дней, пользователь может изменить его. Таблица отсортирована по дате и показывает сотрудника, подразделение, позицию СИЗ и сколько дней осталось до замены. Рядом – счетчик: сколько позиций требует внимания в этом периоде. Это переводит контроль из реактивного режима – «карточка уже просрочена» – в предупредительный. Модуль уведомлений работает с теми же контрольными датами. Пользователь задает горизонт и выбирает каналы: электронная почта или Telegram. Система собирает список позиций, замена которых наступает в указанный период, и рассылает его по настроенным адресам и чатам. Ответственному за закупки не нужно каждый день открывать приложение – информация приходит сама.

Прогнозный модуль строит временной ряд по выбранной позиции СИЗ из агрегированных данных и передает его в Prophet. Пользователь задает горизонт прогноза – от одного до двенадцати месяцев. Модель обучается на имеющейся истории и возвращает прогнозные значения с нижней и верхней границами доверительного интервала. Результат выводится как таблица с прогнозными значениями по периодам и график, на котором видны фактическая история, прогнозный тренд и доверительный интервал. Суммарный прогноз по горизонту можно использовать как ориентир при формировании заявки – с поправкой на текущий складской остаток.

Систему проверяли на демонстрационном наборе: 50 сотрудников в трех условных подразделениях, 12 профессий, 20 позиций СИЗ, история выдачи за 24 месяца. Проверили загрузку и валидацию файлов, формирование расширенной истории, генерацию карточек, расчет контрольных сроков и прогноз по пяти позициям с разными паттернами потребления. Все отработало корректно. Из очевидных ограничений: данные хранятся в файлах, а не в базе данных – при параллельной работе нескольких пользователей это создаст проблемы. Разграничение прав не реализовано. Набор автоматизированных тестов охватывает модуль подготовки данных и прогнозирования, но не весь функционал. Точность прогноза существенно зависит от длины и качества исторических данных: для позиций с историей менее года результаты ненадежны.

Заключение

Учет СИЗ – задача, у которой уже есть решения: модули 1С, специализированные системы охраны труда, Excel. Ни одно из них не закрывает задачу целиком: данные хранятся раздельно, документы заполняются вручную, потребность считается по нормам без учета фактического потребления. В этой работе разработана система, которая объединяет учет, документооборот и прогнозирование в одном приложении. Нормативные требования к учету СИЗ определили структуру данных – сотрудники, профессии, нормы, выдачи. Prophet добавил возможность строить прогноз потребности на основе фактической истории. Streamlit сделал все это доступным без навыков программирования. Прототип запускается локально и не требует серверной инфраструктуры. Чтобы перейти к промышленному применению, нужна

база данных вместо файлов, ролевая модель и регламентная синхронизация с 1С – задачи понятные, и архитектура системы рассчитана на этот переход.

Разработанная система объединяет в одном приложении данные о сотрудниках, профессиях, нормах выдачи, фактических операциях, контрольных сроках, юридически значимых документах и прогнозной потребности. Это позволяет специалисту по охране труда работать с единым источником данных вместо нескольких несвязанных таблиц и систем. Главный практический результат – не сама система, а то, что специалист по охране труда перестает тратить время на сборку данных из разных источников. Личные карточки формируются за секунды вместо получаса ручного заполнения. Сроки повторной выдачи уже рассчитаны и видны в интерфейсе – их не нужно искать по таблицам. Прогноз Prophet дает не точный ответ, а обоснованную отправную точку: специалист видит, сколько единиц конкретной позиции потребуется в следующем квартале, и корректирует эту цифру исходя из собственного опыта. Текущая реализация – прототип. Чтобы система работала в корпоративной среде, потребуется перейти от файлового хранения к базе данных, добавить разграничение прав между специалистом по охране труда, кладовщиком и руководителем, настроить регулярную синхронизацию с 1С и расширить тестовое покрытие [11, 12]. Это решаемые задачи – архитектура системы изначально рассчитана на такой переход.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.04.2024).
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 766н «Об утверждении Правил по охране труда при использовании отдельных видов средств индивидуальной защиты и смывающих средств».
3. ГОСТ Р 12.4.280-2019. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Общие технические требования.
4. Методические рекомендации по организации учета и контроля за обеспечением работников средствами индивидуальной защиты. – М.: Минтруд России, 2022.
5. Письмо Федеральной службы по труду и занятости от 05.02.2022 № 14-2/10/В-1123 «О порядке ведения личных карточек учета выдачи средств индивидуальной защиты».
6. Рамм В.М., Котляр А.Е. Автоматизация процессов охраны труда на предприятиях. – Москва: Альфа-Пресс, 2023. – 284 с.
7. Streamlit Documentation. URL: <https://docs.streamlit.io/> (дата обращения: 28.05.2026).
8. Prophet Documentation. Forecasting at scale. Meta. URL: <https://facebook.github.io/prophet/> (дата обращения: 28.05.2026).
9. Taylor S.J., Letham B. Forecasting at scale // PeerJ Preprints. 2017.
10. Pandas Development Team. pandas-dev/pandas: Pandas. Zenodo, 2024.
11. 1С: Предприятие 8.3. Руководство по разработке и администрированию. – Москва: Фирма «1С», 2024.
12. Системы управления охраной труда: обзор современных решений и подходов к цифровизации / А.В. Иванов, С.П. Сидоров // Безопасность и охрана труда. – 2023. – № 4. – С. 45–52.

© В. А. Зинков, Е. Ю. Воронкин, 2026