

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Кохненко Н.С.

БГТУ, Минск, Беларусь, golubok.358-01@mail.ru

Кузьмич В.В.

БНТУ, Минск, Беларусь, kuzmichvv@tut.by

Очевидно, что в современном мире остро стоит вопрос прогнозирования отказоустойчивости промышленного оборудования. Еще более очевидно, что нехватка обслуживающего персонала, недостача сырья, сбои в энергоснабжении, дефекты и отказы оборудования приводят к неплановым простоям, снижению скорости работы технологических систем, а значит к потерям в объемах производства. Более того, в отсутствие выхода продукции в течение этих интервалов времени, затраты все равно осуществляются (зарплата персонала, аренда площадей и оборудования и т. д.) и увеличивают себестоимость. Очевидно также, что те периоды, когда производился брак, эквивалентны потерям времени.

Оборудование функционирует в условиях ограничений, препятствующих повышению эффективности его использования. Часть этих ограничений неизбежна: нерабочее время (остановки на выходные и праздничные дни), плановые остановки (на переналадку, на техническое обслуживание и предупредительные ремонты, загрузку сырья), потери скорости на вывод остановленного оборудования в номинальный режим работы и т. д.

Качество и конкурентная способность технических устройств и машин в первую очередь определяется их надежностью [1].

Исторически развитие науки о надежности происходило с одной стороны с развитием математических методов обработки экспериментальной информации, а с другой стороны – с изучением физических процессов старения таких, как изнашивание, коррозия, усталостное разрушение и другие. Настоящий уровень развития науки о надежности является слиянием этих двух направлений.

На современном уровне задачи надежности решаются с использованием:

- 1) теории вероятности;
- 2) математической статистики;
- 3) теории случайных чисел;
- 4) методов теории автоматического управления;
- 5) других разделов математических наук.

Одной из основных для машиностроения задач, на решение которой направлены методы теории надежности, является установление временных закономерностей процессов старения. В этом большую роль играет механика и, в частности, ее раздел «Теория механизмов и машин».

Огромные средства затрачиваются для поддержания машин в работоспособном состоянии. Это является следствием того, что со временем в силу различных обстоятельств, происходит старение машин. Недостаточный уровень надежности машин влечет за собой значительное снижение не только их конкурентных возможностей, но и влечет за собой значительные экономические потери. Все это выдвигает на первый план решение вопросов обеспечения необходимой надежности машин еще на стадии их проектирования и конструирования.

При эксплуатации машины реализуется ее надежность, при этом она зависит от:

- 1) методов и условий эксплуатации машины
- 2) системы ее ремонта
- 3) методов технического обслуживания
- 4) применяемых режимов работы
- 5) других эксплуатационных факторов.

Уровень надежности машины должен быть таким, чтобы при ее использовании в любых, оговоренных техническими условиями (ТУ) ситуациях не возникали отказы, т.е. не нарушалась ее работоспособность.

Во многих случаях желательно, чтобы машина имела запас надежности для повышения сопротивляемости экстремальным воздействиям, когда машина попадает в условия, не предусмотренные ТУ. Кроме того, запас надежности необходим для обеспечения работоспособности машины при ее износе. Износ приводит к постепенному ухудшению технических характеристик машины. Поэтому, чем выше запас надежности, тем дольше при прочих равных условиях, машина будет находиться в работоспособном состоянии.

Формирование показателей надежности происходит по общим законам и раскрытие этих связей является основой для оценки, расчета и прогнозирования надежности, а также для построения рациональных систем производства, испытания и эксплуатации машин [2].

Оценивание показателей надежности исследуемого объекта производится на основании сведений о наработках до отказа элементов. Получение оценок надежности основано на различных предположениях о законах распределения наработок до отказа. Выдвижение гипотезы о принадлежности наработок к тому или иному распределению основывается либо на изучении физики явления, приводящего к отказу, либо на основе аналитического исследования статистических данных об отказах оборудования.

Основными источниками статистических данных о дефектах и отказах оборудования являются [3]:

- 1) журналы дефектов, которые ведутся в соответствии с правилами технической эксплуатации оборудования;
- 2) акты расследования нарушений в работе оборудования, составляемые по результатам выяснения причин сбоев в работе;
- 3) паспортные данные оборудования;
- 4) сведения о плановых ремонтах;
- 5) статистические данные о наработках оборудования;
- 6) сведения о выводе оборудования из эксплуатации;
- 7) ежегодные отчеты и справки о состоянии оборудования, базы данных исследовательских организаций.

Цель статьи заключается в разработке клиент-серверного приложения для удобного использования в процессе производства. Для этого необходима серверная часть для обработки и хранения поступающей информации. Информацией в данном случае будут выступать отчеты о поломках.

В статье описано формирование базы данных о надежности полиграфического оборудования. Она включает только полиграфические машины, имеющиеся на предприятии, но может быть расширена при необходимости до требуемых масштабов. Актуальным представляется примененный системный подход к оценке технического состояния, уровня эксплуатации, ремонтности оборудования с целью принятия решений по повышению (сохранению) его надежности на основе созданного приложения. Предлагаемое приложение универсально и может быть адаптировано к другой аналогичной структуре.

Приложение, содержащее базу данных об отказах оборудовании, пригодится в работе многим участникам: бухгалтерам, экономистам, технологам, мастерам, ремонтникам.

Основная часть. Важным вопросом организации управления надежностью является задача сбора данных об отказах оборудования. Часто сложно определить, случился ли отказ либо это повреждение, особенно для резервированного оборудования. Также причиной неверной статистики повреждений и отказов часто бывает нежелание эксплуатационников и ремонтников указывать в документах такие события, тем более если они устраняются в короткое время. Для обеспечения сбора достоверных данных необходимо изменить мотивацию сотрудников по учету отказов и повреждений.

Система учёта и прогнозирования поломок на промышленных машинах – модульная система, позволяющая удобным образом фиксировать все неисправности, возникшие на предприятии из личного кабинета пользователей.

Прежде всего, для разработки программного приложения требуется стартовая информация по анализируемой системе. В частности, информация по основному печатному оборудованию с указанием даты их ввода в эксплуатацию, числа часов наработки, времени нахождения в ремонте, резерве на данный момент и т. п. Данная информация была взята из журналов отказов на полиграфических предприятиях.

В разрабатываемом программном средстве для ввода информации о неисправности предусмотрен личный кабинет каждого инженера с удобной формой ввода всех необходимых данных как в веб версии, так и в мобильной версии клиента (рис.1). Мобильная версия клиента была разработана для удобного доступа к системе учёта и ввода информации о неисправностях. Она позволяет отправить отчёт, не отходя от места осмотра неисправности. Данное решение способствует рациональному использованию времени и облегчает работу конечного пользователя. Это является одним из способов автоматизации рабочего процесса. В настоящее время мобильные устройства получают всё более широкое распространение и постоянно увеличивают список выполняемых ими функций. Постоянное наличие у людей при себе мобильных устройств стимулирует появление приложений и сервисов, которые позволят с минимальными затратами получить любую интересующую информацию.

Основная функция таких приложений – предоставление данных и методов работы с ними в удобной форме. В связи с тем, что мобильные устройства ограничены вычислительными мощностями и объёмом памяти, широкое распространение получили клиент-серверные приложения с удалённой базой данных, доступ к которой осуществляется с программ-клиентов. Это позволяет перенести логику работы на достаточно мощный сервер и освободить мобильное устройство от необходимости выполнения ресурсоёмких действий.

В свою очередь серверное приложение контролирует доступ к данным в базе, а также осуществляет авторизацию пользователей и регистрацию, машин и поломок. Оставшийся функционал сервера заключается в принятии и возвращении определённых наборов данных, хранении их в базе для дальнейшего использования, генерации сообщений об ошибках.

При загрузке списков неисправностей или каких-либо других данных с сервера для пользователя отображается так называемый спиннер (индикатор) загрузки. Он служит в качестве сигнализатора готовности загружаемого контента для оповещения конечного пользователя о состоянии приложения при долгой загрузке данных сервера.

Наряду с информационным обеспечением приложение позволяет рассчитывать показатели надёжности. В работах [4-6] подробно описано алгоритмическое обеспечение для упаковочного оборудования, которое аналогично для расчетов полиграфического оборудования, позволяющее оценивать основные и дополнительные показатели надёжности оборудования. В обработке данных по отказам с целью оценки надёжности полиграфического оборудования были использованы методы аналитического моделирования и экспоненциальный закон распределения.

После математической обработки введённых данных, мастер в свою очередь, сможет посмотреть результаты вычислений, которые представлены в виде чисел, интервалов значений, графиков, отображённых в веб версии клиента.

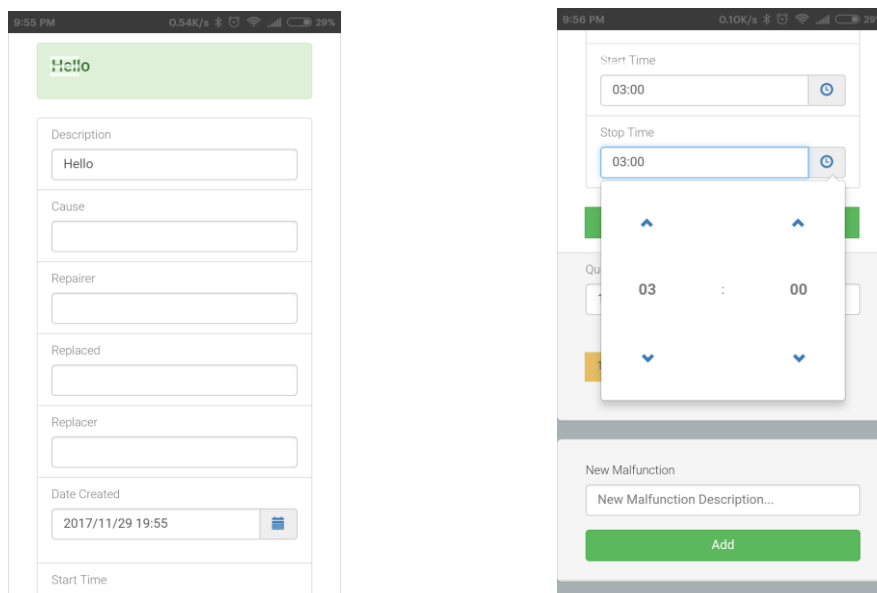


Рис. 1 – Форма ввода неисправности

На основе полученных отчётов о поломках той или иной машины, для каждой из них в индивидуальном порядке строятся графики, отображающие дату следующей вероятной поломки. Благодаря наглядности прогнозирования можно сделать вывод о необходимости замены оборудования, исчерпавшего свой ресурс. Решение вопроса об учёте и отображении результирующих данных необходимо для обеспечения бесперебойной работы предприятия.

Для учёта пользователей предусмотрен кабинет администратора, в котором он может добавлять и изменять учетные записи и их роли (рис.2).

Данное приложение предоставляет не только возможность учёта и наглядного отображения всей информации о неисправностях, но и о работе, проделанной для их устранения сведения о том, кем была зафиксирована и устранена неисправность.

Для написания серверной части был выбран .Net Core – модульная реализация, которая может использоваться широким набором вертикалей, начиная с дата-центров и заканчивая сенсорными устройствами, доступная с открытым исходным кодом, и поддерживаемая Microsoft на Windows, Linux и Mac OSX [7].

.Net Core был выбран для написания серверной части ввиду его кроссплатформенности, функциональности и надёжности.

Веб версия клиента реализована с помощью Angular 4, MVW-фреймворка для разработки качественных клиентских веб-приложений на JavaScript [8].

Мобильная версия клиентского приложения реализована с использованием Angular 4, HTML, CSS, JS, JQuery, TypeScript (скриптовый язык, компилируемый в JavaScript) и Cordova Framework для компиляции под различные мобильные платформы. Apache Cordova – это платформа разработки мобильных приложений с открытым исходным кодом. Она позволяет использовать стандартные веб-технологии, такие как HTML5, CSS3 и JavaScript для кросс платформенной разработки, избегая родного языка для каждой из мобильных платформ. Приложения выполняются внутри обертки, нацеленной на каждую платформу и полагаются на стандартные API для доступа к датчикам устройства, данным и состоянию сети. В итоге после написания UI части на Angular 4 и последующей компиляции в JS можно получить возможность быстрого создания кроссплатформенного мобильного приложения [9]. Пример меню мобильного приложения приведен на рисунке 3.

В качестве базы данных используется SQL Server – система управления реляционными базами данных (РСУБД), разработанная корпорацией Microsoft. Используется для работы с базами данных размером от персональных до крупных хранилищ масштаба предприятия. SQL Server был выбран в качестве СУБД как самая удобная система управления базой данных с широкими возможностями интеграции с серверной частью .Net Core, а именно Entity Framework Core. Для простоты развёртки базы данных её архитектура описана на стороне серверной части и интерпретируется на SQL Server при помощи Entity Framework Core [10].

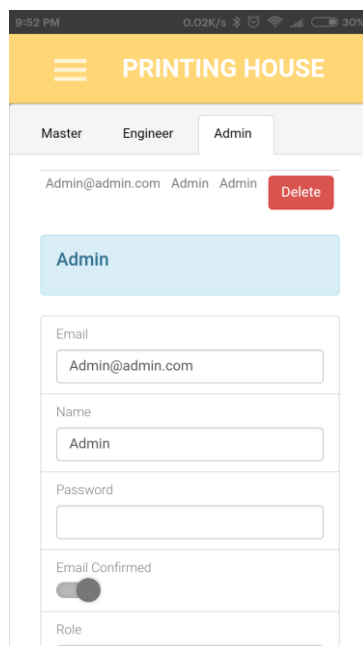


Рис.2 – Панель управления пользователями

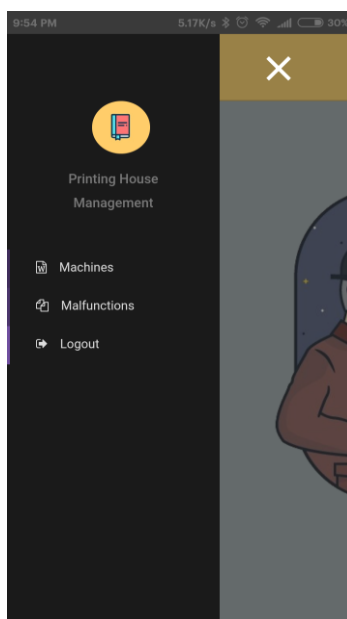


Рис.3 – Пункты меню мобильного приложения

Платформа Entity Framework представляет собой набор технологий ADO.NET, обеспечивающих разработку приложений, связанных с обработкой данных [11].

В качестве архитектурного решения были выбраны паттерны разработки Repository и Unit Of Work. Паттерн репозиторий служит для инкапсулирования логики работы с источниками данных. И приложение оперирует множеством сущностей и моделей, для управления которыми создается также множество классов-репозиториев. Паттерн Unit of Work позволяет упростить работу с различными репозиториями и дает уверенность, что все репозитории будут использовать один и тот же контекст данных.

При построении логики приложений для передачи данных между клиентом и сервером было выбрано архитектурное решение – REST/CRUD (create, read, update, delete). Архитектура REST, рассматривает уровень передачи данных HTTP как активного участника взаимодействия, используя существующие методы HTTP, такие как GET, POST, PUT и DELETE,

для обозначения типа запрашиваемого сервиса. Следовательно, с точки зрения разработчика, запросы REST в общем случае более просты для формулирования и понимания, так как они используют существующие и хорошо понятные интерфейсы HTTP.

Для просмотра графического отображения прогнозируемого состояния машины необходимо выполнить вход в кабинет мастера и в пункте меню и выбрать отображение графиков.

Точки графиков планируется рассчитывать и затем сохранять в базе для каждой машины при поступлении новых данных о неисправностях. Отображение этих данных для пользователя будет осуществляться при помощи наиболее удобной библиотеки на Angular 4 для построения графиков – ng2-charts.

Вывод. Таким образом, в статье описаны технологии и средства разработки, использованные в процессе создания приложения. Приложение спроектировано по технологии ORM с использованием библиотеки Entity Framework (был применен подход Database First), патентов Repository и UniOfWork.

Данное программное приложение предназначено не только для вычисления показателей надежности оборудования и построения графиков по отказам, а так же предоставляет возможность учёта и наглядного отображения всей информации о неисправностях, работе, проделанной для их устранения и кем была произведена фиксация и устранение неисправности.

Данное программное приложение прошло тестирование. В настоящее время ведется расширение функциональных возможностей расчета надежности полиграфических систем.

Литература

1. Подобед Д. О. Статистика отказов полиграфического оборудования при производстве упаковочной продукции из картона // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2004. № 2. С. 3-14.

2. Егоров А. Ф., Савицкая Т. В., Михайлова П. Г., Горанский А. В. Рекомендации по созданию и работе с базами данных учебно-методического комплекса по проблемам химической безопасности. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2011. 185 с.

3. Антонов А. В. Системный анализ. М.: Высшая школа, 2006. 454 с.

4. Голуб Н. С., Кулак М. И. Надежность кондитерского упаковочного оборудования // Труды БГТУ. 2014. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 36–40.

5. Голуб Н. С., Кулак М. И. Взаимосвязь комплексных показателей надежности и производительности упаковочного оборудования // Труды БГТУ. 2014. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 48–51.

6. Голуб Н. С. Прогнозирование надежности и производительности упаковочного оборудования на этапах жизненного цикла // Труды БГТУ. 2015. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 50–55.

7. Паттерн Репозиторий в ASP.NET [Электронный ресурс]. URL: <http://metanit.com/sharp/articles/mvc/11.php> (дата обращения: 19.11.2017).

8. Angular Framework [Электронный ресурс]. URL: <http://angular.io> (дата обращения: 14.11.2017).

9. Apache Cordova [Электронный ресурс]. URL: <http://cordova.apache.org> (дата обращения: 19.11.2017).

10. Платформа .NET Framework [Электронный ресурс]. URL: [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/zw4w595w\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/zw4w595w(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 19.11.2017).

11. Файлы отделенного кода [Электронный ресурс]. URL: <http://metanit.com/sharp/wpf/2.2.php> (дата обращения: 14.11.2017).