

УДК 681.518.3
DOI 10.47367/0021-3497_2022_2_98

**МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ РАЗРЫВНОЙ МАШИНЫ
НА ОСНОВЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**METHODOLOGY OF CONSTRUCTION
OF TENSIONING MACHINE INFORMATION-MEASURING SYSTEM
BASED ON CLIENT-SERVER TECHNOLOGY**

С.В. ЗАХАРКИНА, О.М. ВЛАСЕНКО, А.А. КАЗНАЧЕЕВА

S.V. ZAKHARKINA, O.M. VLASENKO, A.A. KAZNACHEEVA

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: zakharkina-sv@rguk.ru

В статье обоснована необходимость разработки современной информационно-измерительной системы на лабораторном оборудовании. Предложена клиент-серверная архитектура такой системы. В рамках создания методики поставлены и решены следующие задачи: модернизация состава

элементов измерительной системы; разработка сервера опроса для сбора данных измерений; организация их хранения в виде объектно-реляционной базы данных; создание графического пользовательского интерфейса для удаленного мониторинга системы. Разработанный алгоритм и программная реализация сервера позволяют выполнять накопление и хранение данных для их последующего анализа, а также осуществлять вывод полученных измерений на графический пользовательский интерфейс в виде WEB-браузера на любое компьютерное или цифровое устройство по запросу оператора в реальном режиме времени.

In article the necessity of developing a modern information-measuring system on laboratory equipment is substantiated. A client-server architecture of such a system is proposed. As part of the creation of the methodology, the following tasks such as modernization of the composition of the elements of the measuring system; development of a polling server for collecting measurement data; organization of their storage in the form of an object-relational database; creation of a graphical user interface for remote monitoring of the system were set and solved. The developed algorithm and software implementation of the server allow accumulating and storing data for their subsequent analysis, as well as outputting the obtained measurements to a graphical user interface in the form of a WEB-browser to any computer or digital device at operator's request in real time.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, сервер сбора данных, разрывная машина, API-интерфейс, тензодатчик.

Keywords: information-measuring system, data collection server, tensile testing machine, API-interface, strain gauge.

С развитием современных компьютерных технологий существенно изменились стандарты измерений текстильных материалов. Однако на сегодняшний день в научно-исследовательских институтах и в высших учебных заведениях применяются установки с измерительными приборами, которые не позволяют быстро и точно проводить исследования, предполагают ручную обработку результатов эксперимента: построение графиков, анализ и сравнение показаний. В то же время существуют и активно используются готовые решения в области электронно-цифровых измерений текстильных материалов. На рынке представлено большое количество установок со встроенными автоматизированными информационными измерительными системами (ИИС). Тем не менее, машину со встроенной электронно-цифровой системой измерений покупать не всегда рентабельно, так как она имеет относительно высокую стоимость, и существует сложность

обоснования такой покупки при наличии действующей в организации старой машины. Еще один минус заключается в том, что встраиваемые системы привязаны к персональному компьютеру (ПК), на котором хранятся данные вычислений.

Задача совершенствования оборудования и методов исследования деформационных характеристик материалов для швейных изделий, обусловленная необходимостью повышения точности и скорости получения показателей свойств материалов, а также уменьшения материалоемкости эксперимента остается актуальной. При этом отдельное внимание необходимо уделить организации системы сбора, хранения и дистанционной передачи информации пользователю.

Известно, что ткани, трикотажные и нетканые материалы в швейных изделиях подвергаются растяжению, изгибу и сжатию. Деформационные показатели механических свойств являются одним из основ-

ных факторов, по которому выбирают материал для того или иного вида изделия, рассчитывают элементы конструкции с необходимыми прибавками. А также это является важным моментом при определении технологической цепочки производства швейных изделий [1], [2].

Выделяют несколько характеристик механических свойств материалов. Основными являются прочность при растяжении и разрывное удлинение материала, нормированные по ГОСТ. Данные характеристики определяют в результате проведения испытаний на разрывных машинах, методом одноосного растяжения. По результатам эксперимента получают массив данных, строят графики, при этом в большинстве случаев вся обработка данных и оценка проводится вручную [2], [3].

Основной метод исследования характеристик деформаций предполагает медленное растяжение на разрывной машине до заданного параметра с постоянной скоростью деформирования. По полученным данным измерения строят диаграмму растяжения [4].

В зарубежных трудах описаны испытательные устройства, использующие методы оценки механических свойств тканей KES (система оценки Кавабаты) и FAST (проверка качества ткани путем простого тестирования). Однако получаемые по этим методам данные и построенные эмпирические кривые зависимости напряжения от деформации не всегда применимы для построения адекватных моделей поведения тканей [5], [6], [8], [9].

Отечественные разрывные машины в основном имеют следующую комплектацию: неподвижный и подвижный зажимы, силоизмерительное устройство. Подвижный зажим приводится в движение с помощью электродвигателя [3]. Такое простое устройство, тем не менее, позволяет варьировать скорости нагружения и менять величину нагрузки, что позволяет проводить испытания для широкого ряда материалов. Однако исследования занимают продолжительное время и требуют активного участия человека для фиксации и обработки результатов эксперимента.

Среди иностранных аналогов можно отметить такие машины, как QC-501M2F, 502M2F, 503M2F (Cometech, Тайвань) с нагрузкой больше 100 кН, серию разрывных машин Instron 59xx (Illinois Tool Works Inc, США). Они имеют встроенные микроконтроллер измерительной системы и экран управления, позволяющий калибровать, управлять и демонстрировать результаты измерения микроконтроллера. Недостатком данных машин является локальное хранение данных: на флешке микроконтроллера или связанного с измерительным прибором ПК.

В данной работе предлагается методика разработки информационно-измерительной системы (ИИС) для разрывной машины типа PT-250M-2 (PM-200) на основе клиент-серверной технологии с автоматизированным сбором данных, хранением и последующей дистанционной передачей результатов измерения по запросу оператора на любое компьютерное или цифровое устройство: планшет, мобильный телефон, персональный компьютер и т.п.

Машина PT-250M-2 предназначена для определения разрывного усилия и удлинения образцов различных тканей в лабораториях и НИИ текстильной промышленности. Сервопривод машины вырабатывает кинетическую энергию, которая преобразуется в усилие нагрузки, воздействующей на испытываемый материал. Ряд методов основан на деформировании материала до разрушения, при этом перемещение активной траверсы контролируется вручную или автоматически. Движение подвижной траверсы вверх и вниз производится с помощью винтовых и направляющих колонн, закрепленных на основании машины. Нагрузка измеряется с помощью тензометрического датчика.

Основными узлами и механизмами машины являются остов, привод, маятниковый силоизмеритель, захваты.

Основной измеряемый параметр, снимаемый непосредственно со шкалы разрывной машины – разрывное усилие (нагрузка) F_p , Н. Нагрузка представляет собой максимальное усилие, которое выдерживает ма-

териал перед разрывом. Как уже было сказано выше, значения разрывных нагрузок для разных видов материалов прописаны в ГОСТ, они являются важным фактором оценки механических деформационных свойств материалов.

На прочность материала влияет его структура: плотность, вид переплетения и т.п. Для оценки прочности материала рассчитывают удельное разрывное усилие на одну нить по основе (утку) для ткани, или на петельный ряд (столбик) в трикотажном полотне:

$$F_{уд} = \frac{F_p}{n},$$

где n – число структурных элементов на ширине пробы.

Важными показателями деформационных свойств текстильных материалов являются абсолютное и относительное разрывное удлинение при растяжении.

Абсолютное разрывное удлинение (ℓ_p , мм) – это изменение длины испытуемого образца перед разрывом. Оно определяется непосредственно на разрывной машине.

Относительное разрывное удлинение (ε_p , %) – это расчетный параметр, который определяется как отношение абсолютного разрывного удлинения к начальной длине материала ℓ_0 :

$$\varepsilon_p = \frac{\ell_p}{\ell_0}.$$

По результатам испытаний строят диаграмму "усилие-удлинение".

Для решения задачи модернизации информационно-измерительной системы с возможностью дистанционной передачи данных эксперимента для существующей разрывной машины разработана следующая методика:

- проведена замена некоторых элементов измерительной системы, добавлены модули для передачи данных;

- разработан сервер опроса для сбора данных от измерительных устройств;

- организована база данных для хранения полученных измерений;

- создан графический пользовательский интерфейс (ГПИ) для отображения измеренных данных.

Ниже приведено описание этапов реализации данной методики.

Для технической реализации ИИС была осуществлена замена тензодатчика для получения выходного электрического сигнала. Сервер данных реализован на одноплатном микрокомпьютере Raspberry Pi. Для подключения тензодатчика к Raspberry Pi в систему добавили модуль аналогового ввода-вывода MB110-224.1ТД (ОВЕН, Россия), который позволяет преобразовать сигналы от мостового тензометрического датчика в значение нагрузки, и передать результаты измерения в сеть по протоколу Modbus RTU с использованием интерфейса RS-485. Модуль MB110-224.1ТД имеет один измерительный канал. Архитектура ИИС показана на рис. 1.

Как было сказано выше, на Raspberry Pi был реализован сервер опроса, который представляет собой программу (скрипт), запрашивающую данные с измерительного устройства и передающую их в базу данных. База данных системы разработана в программе PostgreSQL. PostgreSQL – это мощная объектно-реляционная система управления базами данных (СУБД), которая позволяет реализовать безопасное хранение и масштабирование различных сложных структур данных. Это оказывается возможным благодаря открытому исходному коду, использованию стандарта языка SQL в сочетании с большим количеством дополнительных функций.

За осуществление доставки исполняемого кода с серверного устройства до клиентской программы, инициирующей запрос к серверу, отвечает WEB-сервер, который расположен непосредственно на устройстве [9]. Для того, чтобы после установки приложения пользователю не требовалось дополнительных настроек для реализации WEB-сервера, использовалась технология DOCKER.

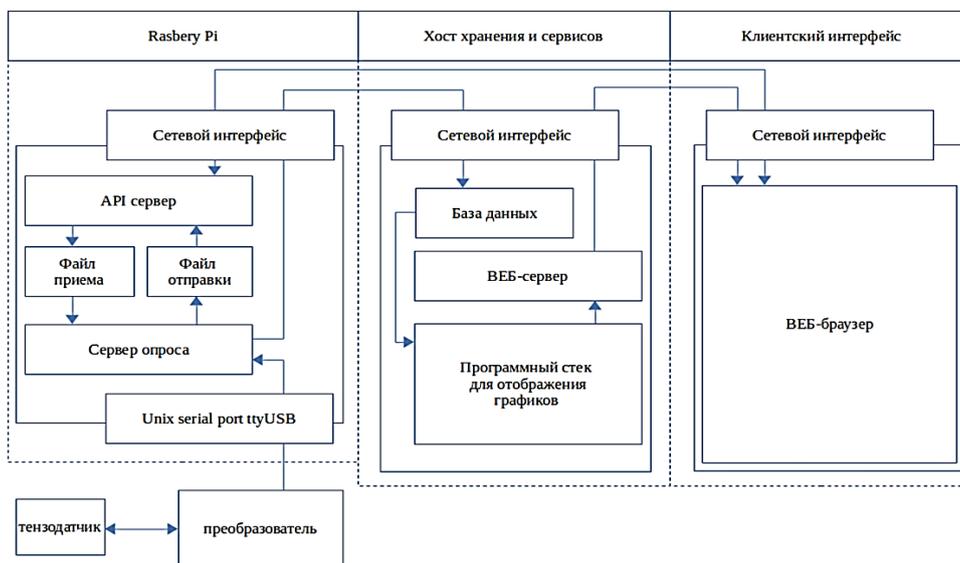


Рис. 1

DOCKER – это открытая платформа для разработки и запуска приложений. Она представляет собой программное обеспечение, которое дает возможность на определенном участке памяти изолированно установить необходимую операционную систему, версию Java, настроить переменные окружения, установить различные зависимости и дать доступ к системе только при определенных условиях [11].

Для возможности удаленного мониторинга разработан ГПИ в виде WEB-интерфейса. Для его реализации был применен интерфейс Application Programming Interface (API). Данный интерфейс включает в себя методы взаимодействия между компьютерными программами: наборы классов, процедур, функций, структур и констант. Что важно и удобно, данный ин-

терфейс входит в описание ряда интернет-протоколов (например, RFC), программных каркасов [10] и стандартов вызовов функций операционной системы. Он может быть реализован как сервис операционной системы или в виде отдельной программной библиотеки.

В качестве формата передачи данных был использован *текстовый формат обмена данными* JavaScript Object Notation (JSON), основанный на языке JavaScript (рис. 2 – графический пользовательский интерфейс для дистанционной передачи данных модернизированной системы). Таким образом, ГПИ представляет собой WEB-страницу с функционалом start/stop (рис. 2-а). На рис. 2-б показан запуск сервера опроса.

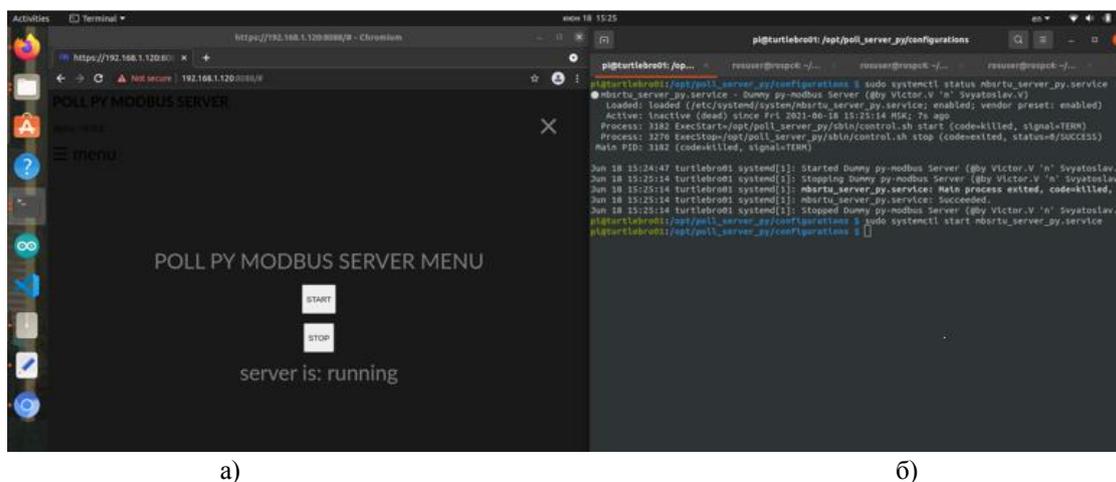


Рис. 2

На рис. 3 приведен один из вариантов получения данных в виде таблицы с результатами измерений.

timestamp	value	qual
15:24:48.15503	-1509.5498046875	true
15:24:48.995614	-1511.2437744140625	true
15:24:49.849903	-1509.813232421875	true
15:24:50.792286	-1513.0380859375	true
15:24:51.716644	-1509.6627197265625	true
15:24:52.628881	-1513.3016357421875	true
15:24:53.559388	-1513.0758056640625	true
15:24:54.401615	-1510.8924560546875	true
15:24:55.29992	-1510.729248046875	true
15:24:56.220451	-1512.0343017578125	true
15:24:57.156818	-1512.486083984375	true
15:24:58.057058	-1512.1220703125	true
15:24:58.899418	-1511.946533203125	true
15:24:59.731655	-1512.046875	true

Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. Разработанная информационно-измерительная система на базе Raspberry Pi существенно улучшает качество проводимых экспериментов. Такая система позволяет быстро и точно в режиме реального времени получать результаты измерений и передавать их в базу данных для хранения и дальнейшего анализа.

2. Спроектированный графический пользовательский интерфейс в виде WEB-браузера позволяет выводить результаты измерений на любых устройствах, таких как планшет, мобильный телефон или персональный компьютер.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Липатова Л.А.* Разработка методов оценки и исследование формовочной способности многослойных композиционных текстильных материалов: Дис....канд. техн. наук. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, – 2017.

2. *Шеромова И.А., Старкова Г.П., Новикова А.В.* Исследование и учет деформационных свойств высокоэластичных материалов при проектировании одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 2С. С. 28...32.

3. *Жихарев А.П., Краснов Б.Я., Петропавловский Д.Г.* Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности. – М.: Академия, 2008.

4. Пат. 2251094 РФ, МПК7 G 01 N 3/08. Устройство для испытания волокнистых материалов на растяжение / Н.А. Макарова, В.Ю. Мишаков, Б.А., Бузов и др.; заявка № 2004106021/28; заявл. 02.03.2004; опубл. 27.04.2005. Бюл.№ 12.

5. *M. Duhovic D. Bhattacharyya* Simulating the deformation mechanisms of knitted fabric composites

// Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. – Vol. 37, Issue 11, November 2006, P.1897....1915

6. *Taibi E.H., Hammouche A., Kifani A.* Model of the Tensile Stress-Strain Behavior of Fabrics // Textile Research Journal. – Vol: 71 issue: 7, July 1, 2001. P.582...586.

7. *Сэм Ньюман.* Создание микросервисов. – O'Reilly Media, Inc. 2015.

8. *Власов В.О., Захаркина С.В., Галкин А.В.* Модернизация информационно-измерительной системы разрывной машины РМ-250 // Сб. тр. кафедры автоматики и промышленной электроники. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2021.

9. *Piotr Szablewski.* Deformation of Cotton Weft-Knitted Fabric Subjected to Tensile Loads. January 2017 // Journal of Natural Fibers. – Vol.14. №4. P. 530...540.

10. *Хабарова Е.Б., Фомина О.П., Заваруев В.А.* Исследование влияния нагрузок на физико-механические свойства трикотажных полотен. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 1. С. 89...94.

11. *Орлов А.В., Пашин Е.Л.* Оценка деформации волокон и нитей при испытании на разрывной машине копрового типа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 2. С. 41...46.

REFERENCES

1. *Lipatova L.A.* Development of methods for evaluating and researching the molding ability of multilayer composite textile materials: Dis....cand. tech. Sciences. - M.: RSU named after A.N. Kosygin, - 2017.

2. *Sheromova I.A., Starkova G.P., Novikova A.V.* Research and accounting of deformation properties of highly elastic materials in the design of clothing // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2008, No. 2С. S. 28...32.

3. *Zhikharev A.P., Krasnov B.Ya., Petropavlovsky D.G.* Workshop on materials science in the production of light industry products. – М.: Academy, 2008.

4. Pat. 2251094 RF, МПК7 G 01 N 3/08. Tensile testing device for fibrous materials / N.A. Makarova, V.Yu. Mishakov, B.A., Buzov et al.; application No. 2004106021/28; dec. 03/02/2004; publ. 04/27/2005. Bull. No. 12.

5. *M. Duhovic D. Bhattacharyya* Simulating the deformation mechanisms of knitted fabric composites // Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. – Vol. 37, Issue 11, November 2006, P.1897....1915

6. *Taibi E.H., Hammouche A., Kifani A.* Model of the Tensile Stress-Strain Behavior of Fabrics // Textile Research Journal. - Vol: 71 issue: 7, July 1, 2001. P.582...586.

7. *Sam Newman* Creation of microservices. – O'Reilly Media, Inc. 2015.

8. *V. O. Vlasov, S. V. Zakharkina, and A. V. Galkin,* Russ. Modernization of the information-measuring system of the explosive machine RM-250 // Sat. tr. De-

partment of Automation and Industrial Electronics. - M.: RSU named after A.N. Kosygin, 2021.

9. Piotr Szablewski. Deformation of Cotton Weft-Knitted Fabric Subjected to Tensile Loads. January 2017 // Journal of Natural Fibers. – Vol.14. No. 4. P. 530...540.

10. Khabarova E.B., Fomina O.P., Zavaruev V.A. Study of the influence of loads on the physical and mechanical properties of knitted fabrics. // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, No. 1. P. 89...94.

11. Orlov A.V., Pashin E.L. Evaluation of the deformation of fibers and threads during testing on a tensile machine of a pile type // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, No. 2. S. 41...46.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 30.09.21.
