

И. П. Гилёв¹✉, Т. Ю. Бугакова¹

Разработка аппаратно-программного стенда для автоматизации процесса тестирования аудио- и видеорегистраторов

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: ivan.gilev.90@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается проблема автоматизации тестирования видеорегистраторов серии «Контроль». В условиях производства проверка одного устройства ручным способом занимает около 60 минут, при этом не обеспечивается документация процесса. Готовые коммерческие системы не могут быть адаптированы под специфику устройств. Целью работы является разработка аппаратно-программного стенда для автоматизации процесса функционального тестирования и обеспечения параллельности проверки сразу нескольких устройств. Для достижения цели определен стек технологий: язык программирования Python, библиотеки PySerial, Requests, Pydantic, Selenium, Pillow, Jinja2. Реализована автоматическая настройка сетевых параметров через COM-порт с генерацией пароля по серийному номеру изделия через стороннюю утилиту. Создана система скриншотов с выделением проверяемого элемента и генерация интерактивных HTML-отчетов. Обеспечено параллельное тестирование нескольких устройств. В процессе тестирования система показала существенное сокращение времени проверки, с 60 до 15 минут на одно устройство. Система готова к внедрению в производственный отдел компании заказчика ООО «СИГНАТЕК».

Ключевые слова: тестирование, параллельное тестирование, Astra Linux, COM-порт

I. P. Gilev¹✉, T. Yu. Bugakova¹

Development of a hardware-software test bench for automating the testing process of audio and video recorders

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: ivan.gilev.90@mail.ru

Abstract. The paper considers the problem of automating the testing of video recorders of the "Control" series. In production conditions, checking one device manually takes about 60 minutes, while no documentation of the process is provided. Ready-made commercial systems cannot be adapted to the specifics of the devices. The purpose of the work is to develop a hardware and software stand for automating the functional testing process and ensuring parallel testing of several devices at once. A technology stack has been defined to achieve this goal: the Python programming language, the PySerial, Requests, Pydantic, Selenium, Pillow, and Jinja2 libraries. Automatic configuration of network parameters via a COM port with password generation based on the serial number of the product via a third-party utility is implemented. A screenshot system has been created with the selection of the checked element and the generation of interactive HTML reports. Parallel testing of several devices is provided. During testing, the system showed a significant reduction in verification time, from 60 to 15 minutes per device. The system is ready for implementation in the production department of the customer's company, SIGNATEK LLC.

Keywords: testing, parallel testing, Astra Linux, COM port

Введение

Большинство предприятий сталкивается с необходимостью автоматизации процессов контроля качества выпускаемой продукции. Ручное тестирование изделий занимает достаточно продолжительное время и становится не эффективным при росте объемов производства.

Анализ существующих решений показывает, что готовые коммерческие решения не адаптированы под всю специфику изделий серии «Контроль», а различные скрипты, разработанные сотрудниками, не обеспечивают нужный уровень качества проверки.

Ключевыми требованиями к разрабатываемой системе стали: автоматическая настройка IP-адресов через COM-порт с генерацией пароля по серийному номеру, проверка работоспособности накопителей, LTE-модема, WiFi-адаптера и видеозаписи, создание скриншотов веб-интерфейса с выделением проверяемых элементов, формирование HTML-отчетов, а также возможность параллельного тестирования нескольких устройств.

Практическая значимость данной разработки заключается в возможности ее внедрения в производственный отдел компании ООО «СИГНАТЕК». Данная система разработана в рамках технического задания предприятия и принята в эксплуатацию.

Техническое задание

Согласно техническому заданию, полученному от ООО «СИГНАТЕК», был сформирован определенный перечень требований к разрабатываемой системе автоматизированного тестирования.

В качестве основного языка программирования был выбран Python версии 3.7. Для обеспечения взаимодействия с тестируемым оборудованием использованы библиотеки PySerial (организация обмена данными через COM-порты), Requests (выполнение HTTP-запросов), Pydantic (проверка корректности принимаемых данных), Selenium (управление браузером), Pillow (обработка графических файлов) и Jinja2 (построение HTML-страниц). Функционирование системы должно осуществляться под управлением операционной системы Astra Linux Common Edition 1.7.6. Согласно техническому заданию, разрабатываемое решение должно обеспечивать автоматическую настройку сетевых параметров устройств через последовательный интерфейс с генерацией пароля по серийному номеру. В обязательном порядке подлежали проверке следующие компоненты: система хранения (SD и SSD накопители), LTE модем, Wi-Fi адаптер, а также функционал записи видеофайла с несколькими вариантами параметров. Дополнительно требовалось внедрить механизм формирования снимков экрана веб-интерфейса с визуальным выделением проверяемых элементов, организовать генерацию HTML-отчетов, а также предусмотреть одновременное тестирование нескольких экземпляров устройств. Реализации перечисленных пунктов посвящены соответствующие этапы практической части, изложенные в разделе «Результаты».

Методы и материалы

В процессе исследования использовались следующие методы.

1. Метод анализа предметной области для изучения протоколов взаимодействия с тестируемыми регистраторами серии «Контроль» (UART, HTTP API, веб-интерфейс), что позволило обосновать выбор технологий, зафиксированных в техническом задании [1].

2. Метод архитектурного моделирования, позволил спроектировать физическую схему тестового стенда с двумя сетевыми картами, кастомным USB-хабом с внешним источником питания, тестовым коммутатором и Wi-Fi точкой доступа (рис. 1).

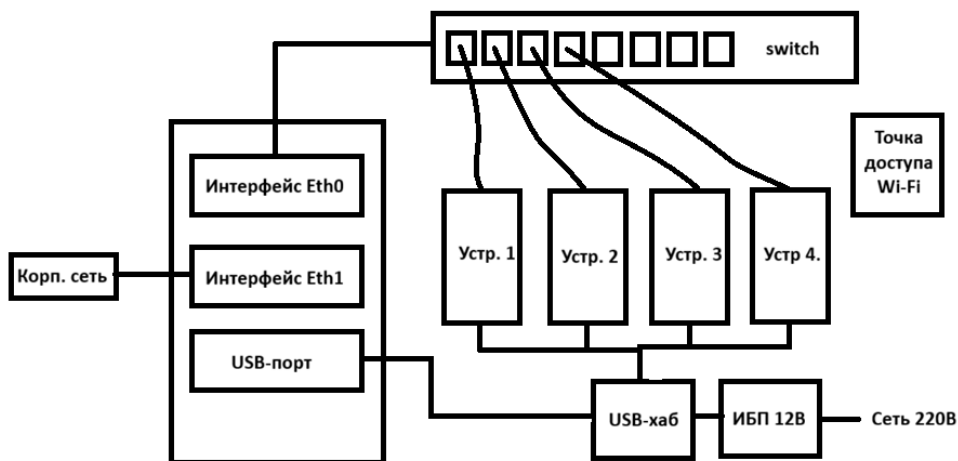


Рис. 1. Аппаратная схема стенда

3. Метод экспериментального тестирования включал проверку каждого функционального модуля (настройка IP через COM-порт, проверка дисков, LTE, WiFi, видеозапись, скриншоты, отчеты), а также тестирование параллельной работы сразу нескольких устройств с помощью многопоточности.

4. Метод сравнительного анализа был использован для оценки временных затрат на проверку по сравнению с ручным способом.

В качестве рабочих материалов использовался персональный компьютер с процессором Intel Core i5, 8 ГБ оперативной памяти DDR3, ОС Astra Linux Common Edition 1.7.5. и стек технологий - Python 3.7 с библиотеками PySerial, Requests, Pydantic, Selenium, Pillow, Jinja2. Оборудование включало USB-хаб с внешним питанием 12В/2А, коммутатор на 16 портов и корпоративную точку доступа Wi-Fi.

Результаты

В результате была полностью реализована система автоматизированного тестирования видеорегистраторов «Контроль» в соответствии с техническим заданием.

На первом этапе разработан модуль, отвечающий за настройку сетевых параметров устройств через COM-порт. Программа автоматически сканирует порты компьютера на наличие устройств USB или ACM, генерирует для них пароли и задает сетевые настройки (рис. 2). Так же решена проблема кодировки CP866, возникшая при чтении ответов регистраторов.

```

"wifi": {
  "ssid": " ",
  "bssid": " ",
  "password": " "
},
"184087": {
  "com_port": "/dev/ttyACM0",
  "state": "OK",
  "ip": "192.168.2.200",
  "netmask": "255.255.255.0",
  "gw": "192.168.2.254",
  "password": " "
}

```

Рис. 2. Сетевые параметры видеорегистратора

Вторым этапом реализованы функциональные тесты. Проверка накопителей подтверждает наличие SSD и SD-карты в статусе «Активен» или «Подключен» до 5 минут. Тест LTE-модема подразумевает, ожидание получения устройством IP, шлюза и DNS, после чего модем выключается. Тест WiFi-адаптера подключает устройство к точке доступа с фиксированными параметрами и сохраняет полученный IP для дальнейших тестов. Тест видеозаписи для каждого канала применяет 5 наборов настроек (разрешение, FPS, битрейт, аудио), записывает 30 секунд, скачивает AVI-файлы и проверяет их размер (рис. 3).

Хранилище данных	
Накопитель	MicroSD
Серийный номер	7190005c
Размер	237760.00 Мбайт
Доступно для записи	234564.50 Мбайт
Состояние	Активен
Температура	-
Форматировать Отключить	

Рис. 3. Пример проверки SD

Для отчетности организована система визуальной верификации, где с помощью Selenium делаются скриншоты страницы веб браузера с выделением проверяемого элемента [2]. Так же в процессе тестирования происходит генерация интерактивных HTML-отчетов с группировкой по типам проверок (рис. 4).

expand all collapse all	
Общая информация	- Успешное подключение к устройству  (999999 / 192.168.9.225). - Функциональные проверки для устройства 999999 завершены.
Тест накопителей	- Начало проверки SSD-накопителя и SD-карты. - Текущие состояния SSD-накопителя и SD-карты: Запись, Подключен. - Окончание проверки SSD-накопителя и SD-карты.
Тест модема LTE	- Начало проверки LTE-модема. - Успешное подключение к сети оператора связи. Параметры сети: IP-адрес: 85.141.112.184, шлюз: 85.141.112.185, dns1: 217.8.224.10, dns2: 217.8.224.40. - Окончание проверки LTE-модема.
Тест адаптера Wi-Fi	- Начало проверки адаптера Wi-Fi и получение адреса в сети Wi-Fi. - Идентификатор адаптера Wi-Fi: Realtek RTL8192EU, IP-адрес в сети Wi-Fi: 172.16.1.133. - Окончание проверки адаптера Wi-Fi.
Тест каналов и записей (Eth)	- Начало проверки установки настроек каналов и записи файлов. - Записано файлов для канала 0: 5. - Записано файлов для канала 1: 5. - Окончание проверки установки настроек каналов и записи файлов.
Тест каналов и записей (Wi-Fi)	- Начало проверки установки настроек каналов и записи файлов. - Записано файлов для канала 0: 5. - Записано файлов для канала 1: 5. - Окончание проверки установки настроек каналов и записи файлов.

Рис. 4. Итоговый HTML-отчет

В соответствии с техническим заданием предусмотрена возможность параллельного тестирования сразу нескольких устройств с помощью пула потоков.

Полученные в результате исследования результаты доказывают, что данная система способна существенно сократить временные затраты на тестирование, обеспечить документированность процесса, а также гарантировать что все изделия будут проверены по одним и тем же критериям. При необходимости система может быстро масштабироваться путем увеличения оперативной мощности стенда.

Исходя из результатов других исследований можно сделать вывод что использование многопоточности отлично подходит для задач с явным ожиданием ответов браузера и самого устройства [3]. Компания YADRO в своих исследованиях утверждает, что применение готовых утилит не всегда закрывает специфические потребности, связанные с тестированием аппаратного оборудования, это

подтверждает правильность выбора стратегии разработки собственного продукта [4].

Экспериментальное тестирование показало, что данная система способна сократить время проверки одного устройства с 60 до 15 минут, при этом она показывает стабильную работу при одновременном тестировании сразу 10 устройств, что сопоставимо с результатами, представленными в исследованиях Wiren Board, где аналогичные показатели достигались на производстве [5].

Заключение

Результатом работы является готовая система автоматизированного функционального тестирования изделий собственного производства компании заказчика. Важными результатами разработки являются существенное сокращение времени для проверок, создание интерактивной системы отчетности и организация параллельности тестирования.

Разработка принята в опытную эксплуатацию производственным отделом компании ООО «СИГНАТЕК», что подтверждает ее практическую значимость. Основное направление для развития данной темы это адаптация системы под другие регистраторы той же серии.

Благодарности

Авторы выражают благодарность производственному отделу ООО «СИГНАТЕК» за содействие при выполнении работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петров А.А. Протокол передачи данных для UART [сайт] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protokol-peredachi-dannyh-dlya-uart> (дата обращения: 29.04.2026). - Режим доступа: свободный. - Текст: электронный.
2. Ткачев А.В., Иртегов Д.В. Методика автоматического тестирования развивающегося веб-приложения [сайт] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-avtomaticheskogo-testirovaniya-razvivayuschegosya-veb-prilozheniya> (дата обращения: 29.04.2026). - Режим доступа: свободный. - Текст: электронный.
3. Хюппенен А. Тестирование CLI-приложений без костылей: единый фреймворк вместо десятка утилит [сайт] – URL: <https://engineer.yadro.com/article/testirovanie-cli-prilozhenij-bez-kostylej-edinyj-frejmwork-vmesto-desyatka-utilit/> (дата обращения: 29.04.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Мутилин В.С. Многопоточное тестирование программных интерфейсов [сайт] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogopotchnoe-testirovanie-programmnyh-interfeysov> (дата обращения: 29.04.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. Wiren Board. Как мы тестируем устройства, которые производим: Python, Grafana и крафтовые стенды [сайт] - URL: <https://habr.com/ru/companies/wirenboard/articles/798325/> (дата обращения: 29.04.2026). - Режим доступа: свободный. - Текст: электронный.

© И. П. Гилёв, Т. Ю. Бугакова, 2026