

УДК 621.3:004.7

С.Г. Семенов<sup>1</sup>, В.В. Давыдов<sup>1</sup>, Я.В. Илюшко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Национальный технический университет «ХПИ», Харьков*

<sup>2</sup> *Национальный аэрокосмический университет «ХАИ», Харьков*

## **УЯЗВИМОСТИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ QNX В СТРУКТУРЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ**

*Исследована структура автоматизированной системы управления технологическим процессом, определена одна из подсистем, наиболее подверженная программным угрозам, и возможные источники программных угроз. Проведен анализ состояния защищенности операционной системы QNX и выявлены возможные ее уязвимости в структуре АСУ технологическим процессом. Разработана схема обобщенного алгоритма возможного поведения злоумышленного программного обеспечения при атаке рассматриваемой операционной системы.*

**Ключевые слова:** *автоматизированная система управления технологическим процессом, программная угроза, операционная система QNX.*

### **Введение**

В соответствии с законом Украины "Про захист інформації в автоматизованих системах", государст-

венными и международными стандартами [1, 5] одним из факторов, влияющих на эффективность функционирования любой автоматизированной системы управления (АСУ), является состояние защиты ее

ее программных и аппаратных средств. В этой связи в настоящее время при разработке и внедрении средств АСУ рассматривается ряд подходов, направленных на обеспечение требуемых показателей безопасности. Одним из таких подходов является внедрение защищенной операционной системы (ОС).

Проведенный анализ ОС реального времени показал, что среди подобных систем наиболее защищенными являются UNIX-системы.

В силу ряда преимуществ структурного и технического характеров (работа в режиме реального времени, технология микроядра, модульная архитектура, соответствие стандарту POSIX, многозадачность, неограниченные сетевые возможности, заложенные на уровне ядра, компактность, обилие развитых средств разработки и др.) разработчики в последнее время все чаще выделяют ОС QNX. Однако, как показали исследования, данная операционная система не лишена недостатков. Среди них следует выделить полное отсутствие средств выявления, идентификации и локализации программных угроз безопасности (компьютерных вирусов). Особую актуальность данная проблема приобретает в автоматизированных системах управления технологическим процессом (АСУ ТП), поскольку

даже небольшой сбой в их функционировании может привести к существенным негативным последствиям.

Анализ литературы [2 – 6] и ряда научных статей [7, 8] показал, что разработчики специализированного программного обеспечения недостаточно внимания уделяют внедрению средств антивирусной защиты в ОС QNX, мотивируя это чаще всего небольшой вероятностью вирусных атак. Однако, как показали исследования, в связи с все большим распространением и расширением пользовательской аудитории ОС QNX вероятность проведения на них вирусных атак увеличивается. Поэтому анализ состояния защищенности ОС QNX и выявление возможных ее уязвимостей в структуре АСУ ТП является актуальной научной задачей. Рассмотрим структуру и основные элементы АСУ ТП.

### Основной материал исследований

#### 1. Исследование структуры и процесса взаимодействия внутренних систем АСУ ТП.

На рис. 1 представлена структурно-функциональная схема АСУ ТП. Как видно из рисунка, АСУ ТП состоит из нескольких внутренних систем и инфраструктуры телекоммуникаций.

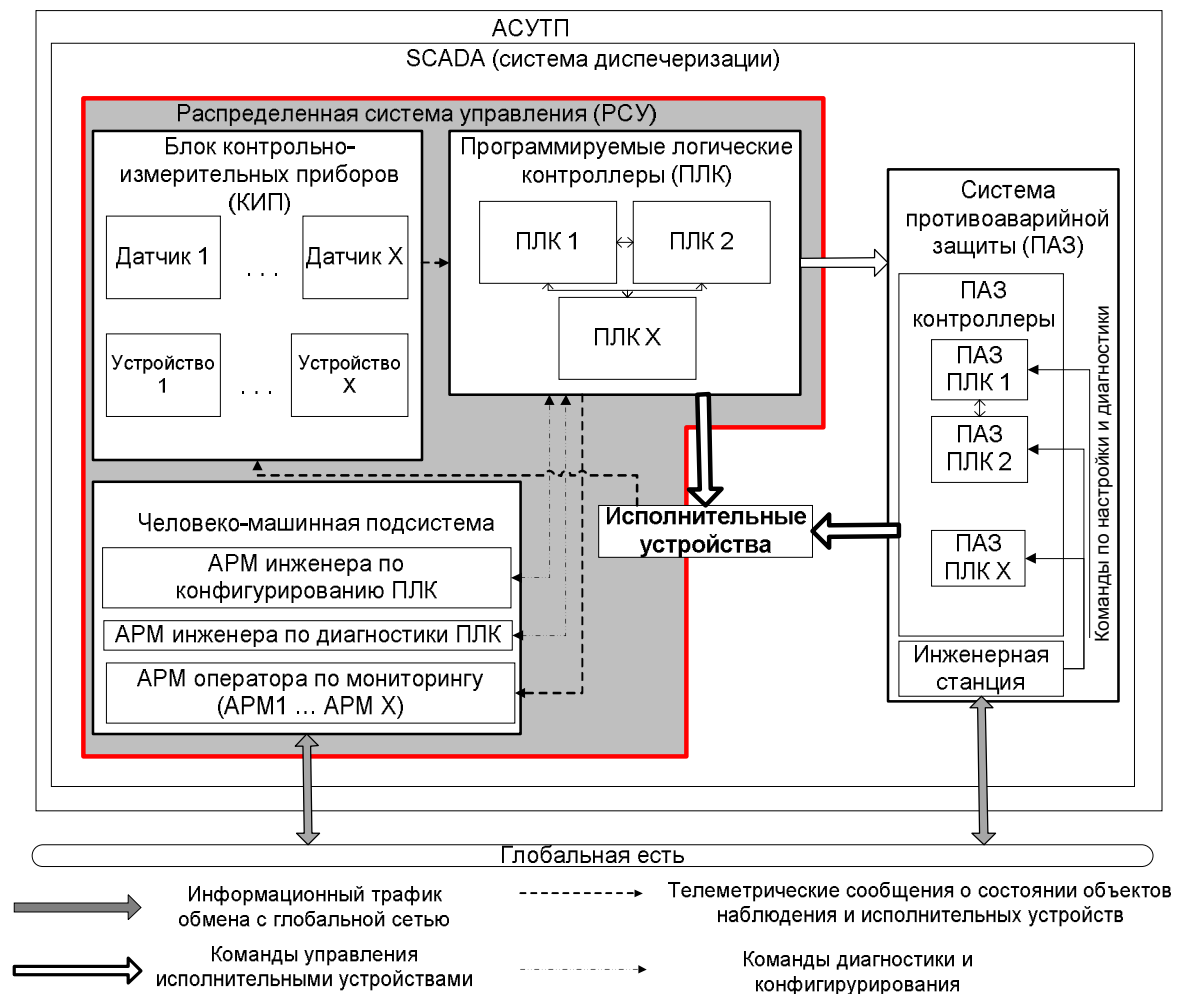


Рис. 1. Структурно-функциональная схема АСУ ТП

Проведенний аналіз структури АСУ ТП показав, що для забезпечення безпеки інформаційного обміну і сигналізації про порушеннях функціонування в розглядаваній системі використовуються процедури, закладені в алгоритм взаємодії розподіленої системи управління (РСУ) з системою протиповарійної захисту (ПАЗ).

Як видно з рис. 1, основне участь в процесі взаємодії РСУ і ПАЗ приймають блоки контрольно-вимірних приладів, програмованих логічних контролерів (ПЛК) і блок ПАЗ контролерів, при цьому команди моніторингу, діагностики і управління на вказані блоки поступають від автоматизованих робочих місць (АРМ) людина-машинної системи.

Проведені дослідження показали, що одним із основних джерел програмних загроз АСУ ТП є людина-машинна підсистема. Зв'язано це в першу чергу з тим, що саме ця підсистема має точки входу і виходу до зовнішніх локальних і глобальних телекомунікаційних мереж і, відповідно, саме ця підсистема може бути підвержена зовнішнім програмним загрозам.

## 2. Аналіз уязвимостей ОС QNX.

На рис. 2 представлена схема узагальненого алгоритму можливого поведіння злоумисленого програмного забезпечення (комп'ютерного вірусу) при атаці ОС QNX АСУ ТП. Як видно з малюнка, першою задачею комп'ютерного вірусу є проникнення в АСУ ТП. На даній стадії вірус може проникати в систему з зовнішніх переносних накопичувачів або через незахищену зовнішню мережу з наступним зараженням АРМ людина-машинної підсистеми. Для виконання злочинних завдань комп'ютерний вірус на кожному АРМ повинен отримати привілейовані права, при цьому він може скористатися уязвимостями ОС.

Аналіз ОС QNX показав ряд уязвимостей алгоритму отримання прав «суперкористувача». Це в частині:

- уязвимості в *phgrafx* при вказанні довгого імені *.pal* файлу в папці *palette/*;

- уязвимость, зв'язана з тим, що в QNX файл */etc/rc.d/rc.local* надається з правами запису для всіх користувачів (данна уязвимость передбачає, що хост – не ПЛК, так як для свого функціонування передбачає перезавантаження системи). Вміст файлу */etc/rc.d/rc.local* виконується з правами адміністратора при завантаженні системи;

- уязвимость, заснована на введенні довгих (більше 255 символів) аргументів команд *su* і *passwd* (команда *su* призначена для переходу в режим «суперкористувача» команда *passwd* призначена для зміни паролю поточного користувача);

- уязвимость в команді *phfont* при маніпулюванні значеннями змінних оточення *PHFONT* і *PHOTON2\_PATH*;

- уязвимость, зв'язана з заданням довгого значення параметра «-s» для наступних команд: *phrelay-cfg*, *phlocale*, *pkg-installer*, *input-cfg*;

- уязвимості зв'язані з заданням спеціальної послідовності операторів для застосування *gdb*. *GDB* (*GNU Debugger*), яке надається з *gcc* компілятором:

```
echo -e "break *0xb032d59f\n\r\n\cont\n\cont" | gdb gdb;
```

- уязвимость, зв'язана з записом в пам'ять визначеної послідовності команд:

```
xor eax, eax
push eax
push $0x68732f2f
push $0x6e69622f
push esp
mov $0xDEADBEEF, ebx.
```



Рис. 2. Схема узагальненого алгоритму можливого поведіння злоумисленого програмного забезпечення (комп'ютерного вірусу) при атаці ОС QNX АСУ ТП

Как видно из рис. 2, если компьютерный вирус не получил права «суперпользователя» – он заканчивает свою работу в связи с тем, что у него не будет необходимых привилегий выполнения специфических команд.

В случае получения привилегированных прав, в зависимости от реализации и намерений злоумышленника, вирус может выполнять следующие действия:

1. Сбор данных. На данном этапе в течении определенного времени вирус собирает информацию о командах, поступающих на ПЛК, а так же данные, посылаемые на АРМ с заданной злоумышленником периодичностью. Данная информация передается через глобальную сеть злоумышленнику. В зависимости от ответа злоумышленника, вирус может продолжать собирать информацию. Для передачи данных злоумышленнику вирусу необходимо:

- доступ в глобальную сеть;
- наличие открытых портов, через которые можно передавать данные.

2. В качестве ответа злоумышленника на переданные данные должен прийти ответ о необходимости продолжения сбора данных.

3. Ожидание «особого» времени. Данное «особое» время задается злоумышленником. Одной из причиной данного действия является избежание преждевременного обнаружения злоумышленного программного обеспечения или одновременная атака зараженных машин с целью полной деактивации производственного процесса.

4. Выполнение деструктивных действий (вирус выполняет цепочку функций, заданных злоумышленником).

## Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали необходимость обнаружения и локализации программных угроз АСУ ТП с операционной систе-

мой QNX. В результате работы проведен анализ алгоритма возможного поведения злоумышленного программного обеспечения (компьютерного вируса) при атаке ОС QNX АСУ ТП, а также выявлены уязвимости данной операционной системы. В дальнейшем это может дать возможность разработать математическую модель компьютерного вируса среде ОС QNX и создать систему идентификации программных угроз АСУ ТП с операционной системой QNX.

## Список литературы

1. Закон України «Про внесення змін до Закону України "Про захист інформації в автоматизованих системах" (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2005, N 26, ст.347).
2. Горошко Е. QNX/UNIX: анатомия параллелизма / Е. Горошко, О. Цилюрик. – М.: Символ-Плюс, 2006. – 288 с.
3. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко. – М.: Горячая линия–Телеком, 2009. – 608 с.
4. Кртен Р. Введение в QNX Neutrino. Руководство для разработчиков приложений реального времени (2-е издание) / Р. Кртен. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 368 с.
5. Кузнецов О.О. Протоколи захисту інформації у комп'ютерних системах та мережах: навч. посібник / О.О. Кузнецов, С.Г. Семенов. – Х.: ХНУРЕ, 2009. – 186 с.
6. Операционная система реального времени QNX Neutrino 6.3. Руководство пользователя / перевод Ю. Асотов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 480 с.
7. Семенов С.Г. Безопасность операционных систем реального времени в автоматизированных системах управления технологическим процессом / С.Г. Семенов, С.Ю. Гавриленко, В.В. Давыдов // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2011. – № 8(85). – С. 222-225.
8. Tanenbaum Andrew S. Can We Make Operating Systems Reliable and Secure? / Andrew S. Tanenbaum, Jorrit Herder, Herbert Bos // *Vrije Universiteit, Amsterdam. Computer (IEEE Computer Society, V. 39, No 5, May 2006)*.

Поступила в редколлегию 26.01.2012

**Рецензент:** канд. физ.-мат. наук, ст. научн. сотр. А.А. Можаяев, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.

## УРАЗЛИВОСТІ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ QNX В СТРУКТУРІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

С.Г. Семенов, В.В. Давидов, Я.В. Ілюшко

*Досліджена структура автоматизованої системи управління технологічним процесом, визначена одна з підсистем, найбільш підвладна програмним погрозам, і можливі джерела програмних погроз. Проведений аналіз стану захищеності операційної системи QNX і виявлені можливі її уразливості в структурі автоматизованої системи управління технологічним процесом. Розроблена схема узагальненого алгоритму можливої поведінки зловмисного програмного забезпечення при атаці даної операційної системи.*

**Ключові слова:** автоматизована система управління технологічним процесом, програмна загроза, операційна система QNX.

## TO VULNERABILITY OF OPERATING SYSTEM QNX IN STRUCTURE OF AUTOMATED CONTROL THE SYSTEM BY TECHNOLOGICAL PROCESS

S.G. Semenov, V.V. Davydov, Ya.V. Ilyushko

*The structure of automated control the system by a technological process is investigational, one of subsystems is certain, most subject to the programmatic threats, and possible sources of programmatic threats. The analysis of the state of protected of the operating system of QNX is conducted and the possible are exposed its vulnerability in the structure of automated control the system by a technological process. The chart of the generalized algorithm of possible conduct of ill-intentioned software is developed at the attack of the examined operating system.*

**Keywords:** automated control the system by a technological process, programmatic threat, operating system of QNX.