

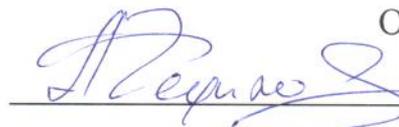
---

Общество с ограниченной ответственностью  
«СВД Встраиваемые Системы»  
(ООО «СВД ВС»)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «СВД ВС»

 А.А. Фефилов

Приказ № 057-П от «13» июля 2023 г.



М.П.

**Программа  
дополнительного профессионального образования  
(повышения квалификации)**

**«Разработка приложений для защищенной операционной системы  
реального времени «Нейтрино»**

Объем – 32 академических часа  
Срок обучения – 4 рабочих дня.

Санкт-Петербург  
2023

---

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### 1.1 Общие положения

Программа дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) «Разработка приложений для защищенной операционной системы реального времени (ЗОСРВ) «Нейтрино» разработана в соответствии с нормами следующих нормативных документов:

- Статья 76 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» №273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. (далее - Федеральный закон № 273-ФЗ);
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. №499;
- Профессиональный стандарт 06.001 «Программист», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20 июля 2022 г. №424н.

### 1.2 Цель

Целью реализации программы дополнительного профессионального образования является расширение и углубление профессиональных знаний, умений и навыков, позволяющих развить компетенции, установленные профессиональным стандартом 06.001 «Программист». Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- ознакомление с архитектурными особенностями ЗОСРВ «Нейтрино»;
- изучение основ разработки, отладки, и проверка приложений для ЗОСРВ «Нейтрино»;
- освоение методологии создания процессов, потоков, методов их синхронизации, а также организации взаимодействия между процессами;
- формирование навыков использования программного интерфейса для разработки, как прикладного, так и для системного программного обеспечения для ЗОСРВ «Нейтрино».

Получение слушателями теоретических знаний и практических навыков, необходимых для разработки программного обеспечения функционирующего в среде защищенной операционной системы реального времени (ЗОСРВ) «Нейтрино».

### 1.3 Категория слушателей

Программа предназначена для повышения квалификации лиц, имеющих или получающих высшее образование. Инженеры-программисты, занимающиеся реализацией (кодированием) программного обеспечения и системной интеграцией (комплексированием).

---

#### **1.4 Требования к слушателям**

Высшее образование в области вычислительной техники. Базовые знания языка программирования С, общее представление об операционных системах, знакомство с UNIX-системами.

#### **1.5 Приобретаемые навыки**

Базовые навыки по разработке программного обеспечения для ЗОСРВ «Нейтрино». Знакомство с архитектурой ЗОСРВ «Нейтрино», программным интерфейсом, а также с базовыми инструментами среды разработки. Создание многопоточных приложений, работа с таймерами, возможности для встраивания, введение в разработку администратора ресурсов.

#### **1.6 Форма обучения: очная**

#### **1.7 Продолжительность: 32 академических часа.**

#### **1.8 Срок обучения: 4 рабочих дня, по 8 академических часов в день. Академический час – 45 минут.**

#### **1.9 Выдаваемый документ: по окончании обучения слушателям, успешно освоившим программу, выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.**

---

## 2 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате обучения по программе дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) «Разработка приложений для ЗОСРВ «Нейтрино» слушатели должны:

Знать:

- архитектурные особенности ЗОСРВ «Нейтрино»;
- методологию разработки программного обеспечения для ЗОСРВ «Нейтрино»;
- технологии программирования;
- инструментарий для создания и актуализации исходных текстов программ для ЗОСРВ «Нейтрино»;
- методы и приемы отладки программного кода для ЗОСРВ «Нейтрино».

Уметь:

- применять язык программирования С для написания программного кода для ЗОСРВ «Нейтрино»;
- использовать графическую среду программирования для ЗОСРВ «Нейтрино»;
- применять инструментарий для создания и актуализации исходных текстов программ;
- выявлять ошибки в программном коде;
- применять методы и приемы отладки программного кода.

Владеть:

- знаниями об архитектурных особенностях ЗОСРВ «Нейтрино»;
- инструментами для разработки и отладки программного обеспечения для ЗОСРВ «Нейтрино».

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности позволяют обеспечить решение основной задачи профессиональной деятельности – разработка, отладка, проверка работоспособности, модификация компьютерного программного обеспечения для ЗОСРВ «Нейтрино», для решения поставленных задач и повышения качества продукции.

### 3 УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№	Тема	Время, ак. час	В том числе		Форма контроля
			Лекция	Практика	
1	Системная архитектура ЗОСРВ «Нейтрино»	4	4	-	Текущий (устный опрос, обсуждение)
2	Компиляция и отладка	2	1,5	0,5	Текущий (устный опрос, обсуждение)
3	Процессы, потоки и синхронизация	6	4	2	Текущий (устный опрос, обсуждение)
4	Межпроцессное взаимодействие	8	5	3	Текущий (устный опрос, обсуждение)
5	Часы, таймеры и таймауты	2	1,5	0,5	Текущий (устный опрос, обсуждение)
6	Прерывания	1	0,5	0,5	Текущий (устный опрос, обсуждение)
7	Подсистема ввода- вывода	1	0,5	0,5	Текущий (устный опрос, обсуждение)
8	Особенности работы с многоядерными системами	1	1	-	Текущий (устный опрос, обсуждение)
9	Построение загружаемого образа	3	2	1	Текущий (устный опрос, обсуждение)
10	Разработка администратора ресурсов	3	2	1	Текущий (устный опрос, обсуждение)
Итоговая аттестация		1	-	1	Тестирование
<b>Всего ак. часов:</b>		<b>32</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	

Примечание. Ряд учебных тем предусматривает выполнение упражнений по применению полученных знаний.

#### 4 КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№	Тема	Всего, ак. час	Дни обучения/часы			
			I	II	III	IV
1	Системная архитектура ЗОСРВ «Нейтрино»	4	4			
2	Компиляция и отладка	2	2			
3	Процессы, потоки и синхронизация	6	2	4		
4	Межпроцессное взаимодействие	8		4	4	
5	Часы, таймеры и таймауты	2			2	
6	Прерывания	1			1	
7	Подсистема ввода- вывода	1			1	1
8	Особенности работы с многоядерными системами	1				1
9	Построение загружаемого образа	3				3
10	Разработка администратора ресурсов	3				3
Итоговая аттестация		1				1
<b>Всего ак. часов:</b>		<b>32</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

### **5.1 Рабочая программа дисциплины 1. Системная архитектура ЗОСРВ «Нейтрино».**

#### 5.1.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:

В результате освоения дисциплины слушатель должен  
знать: основные свойства ЗОСРВ «Нейтрино, отличия от других ОС, методы межзадачного взаимодействия, методы синхронизации потоков.

уметь: учитывать архитектурные особенностей ЗОСРВ «Нейтрино при проектировании.

владеть: знаниями об архитектурных особенностях ЗОСРВ «Нейтрино, возможностях и функциях ядра и администратора процессов.

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины:

максимальной учебной нагрузки: 4 ак. часа.

#### 5.1.2 Содержание дисциплины 1.

Лекция: обзор архитектуры ЗОСРВ «Нейтрино», микроядро, администратор процессов, диспетчеризация, адаптивное партиционирование, поддержка многоядерных систем, администраторы ресурсов, системная библиотека, совместно используемые объекты, системные службы.

### **5.2 Рабочая программа дисциплины 2. Компиляция и отладка.**

#### 5.2.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:

В результате освоения дисциплины слушатель должен  
знать: инструментарий разработчика для ЗОСРВ «Нейтрино, способы сборки проектов.

уметь: создавать новые проекты в среде разработки, выполнять сборку, запускать исполняемый файл на целевой системе, выполнять базовую пошаговую отладку приложения.

владеть: инструментарием для разработки/отладки приложений под ЗОСРВ «Нейтрино»,

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины:

максимальной учебной нагрузки: 2 ак. часа.

#### 5.2.2 Содержание дисциплины 2.

Лекция: введение в инструментарий разработчика, способы сборки (построения) проектов, взаимодействие с целевой системой, отладка приложений

Практическое задание: выполнить сборку тестового проекта, организовать взаимодействие с целевой системой, запустить тестовый проект на целевой системе в режиме отладки.

---

### **5.3 Рабочая программа дисциплины 3. Процессы, потоки и синхронизация.**

#### **5.3.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:**

В результате освоения дисциплины слушатель должен знать: методы создания и завершения процессов и потоков, методы синхронизации потоков.

уметь: создавать/завершать процессы и потоки, синхронизировать потоки с помощью мьютексов, условных переменных и других методов.

владеть: системными вызовами для создания и завершения процессов и потоков, и их синхронизации.

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины:

максимальной учебной нагрузки: 6 ак. часов.

#### **5.3.2 Содержание дисциплины 3.**

Лекция: процессы (создание, определение момента завершения), потоки (создание, операции с потоками), синхронизация (мьютексы, условные переменные, семафоры, атомарные операции)

Практическое задание: работа с родительскими/дочерними процессами, использование mutex/условной переменной для синхронизации доступа.

### **5.4 Рабочая программа дисциплины 4. Межпроцессное взаимодействие.**

#### **5.4.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:**

В результате освоения дисциплины слушатель должен знать: аспекты применения методов межзадачного взаимодействия в распределённых системах и системах реального времени.

уметь: применять методов межзадачного взаимодействия ЗОСРВ «Нейтрино».

владеть: механизмами межпроцессного взаимодействия ЗОСРВ «Нейтрино» (сообщения, импульсы, события, общая память, служба подписки/публикации)

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины:

максимальной учебной нагрузки: 8 ак. часов.

#### **5.4.2 Содержание дисциплины 4.**

Лекция: сообщения, импульсы, обнаружение сервера клиентом, информация о клиенте, очистка локальных данных на сервере, составные сообщения, приоритеты, события, протокол QNET, общая память, служба публикации/подписки (PPS).

Практическое задание: обмен сообщениями между клиентом и сервером, отправка и прием импульса, поиск сервера клиентом, удаление данных после отключения клиента, обработка импульсов разблокировки, использование «событий», использование общей памяти, применение PPS.

---

## **5.5 Рабочая программа дисциплины 5. Часы, таймеры и таймауты.**

### **5.5.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:**

В результате освоения дисциплины слушатель должен

знать: концепцию работы ЗОСРВ «Нейтрино» со временем, понятие «системного тика», типы таймеров, особенности учёта временных интервалов.

уметь: настраивать системный тик для системы реального времени, настраивать таймеры и таймауты.

владеть: системными вызовами для корректировки системного тика и работы с таймерами, настройки таймаутов на заблокированные состояния.

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины:

максимальной учебной нагрузки: 2 ак. часа.

### **5.5.2 Содержание дисциплины 5.**

Лекция: использование системных часов, таймеры, рекомендации по разработке, таймауты ядра.

Практическое задание: изменение системного тика, создание и настройка таймеров.

## **5.6 Рабочая программа дисциплины 6. Прерывания.**

### **5.6.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:**

В результате освоения дисциплины слушатель должен

знать: как ЗОСРВ «Нейтрино» обрабатывает прерывания от устройств, как обрабатывать прерывания в собственных программах, различные стратегии обработки прерываний.

уметь: применять функции для работы с прерываниями, реализовывать и настраивать обработчик прерываний.

владеть: подходами к созданию обработчиков прерываний, методами диспетчеризации прерываний.

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины:

максимальной учебной нагрузки: 1 ак. часа.

### **5.6.2 Содержание дисциплины 6.**

Лекция: концепции, уведомления от процедуры обработки прерываний, архитектура обработчика прерываний.

Практическое задание: создание простого обработчика прерываний.

## **5.7 Рабочая программа дисциплины 7. Подсистема ввода-вывода.**

### **5.7.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:**

В результате освоения дисциплины слушатель должен

знать: как пользоваться доступом к устройствам с отображением памяти и портов, выделять и использовать физически непрерывные области памяти, обнаруживать устройства PCI и обращаться к ним.

уметь: применять функции для работы устройствами ввода-вывода.

---

владеть: программным интерфейсом для доступа к портам ввода-вывода, использовать интерфейс прямого доступа к памяти.

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины: максимальной учебной нагрузки: 1 ак. часа.

#### 5.7.2 Содержание дисциплины 7.

Лекция: отображение памяти, порты ввода/вывода, прямой доступ к памяти, типизированная память, управление кеш-памятью, шина PCI, временные циклы.

Практическое задание: изучение кода программы выделяющей блок типизированной памяти и программы опрашивающей устройства PCI.

### **5.8 Рабочая программа дисциплины 8. Особенности работы с многоядерными системами.**

#### 5.8.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:

В результате освоения дисциплины слушатель должен

знать: особенности диспетчеризации потоков и обработчиков прерываний в многоядерных (многопроцессорных) системах.

уметь: синхронизировать поток и обработчик прерывания в многоядерной системе.

владеть: функциями для привязки потоков к процессорам, функциями для отключения прерываний.

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины: максимальной учебной нагрузки: 1 ак. часа.

#### 5.8.2 Содержание дисциплины 8.

Лекция: симметричная многопроцессорная обработка, диспетчеризация, синхронизация.

### **5.9 Рабочая программа дисциплины 9. Построение загружаемого образа.**

#### 5.9.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:

В результате освоения дисциплины слушатель должен

знать: последовательность загрузки ЗОСРВ «Нейтрино», структуру загрузочного образа и обязательные компоненты.

уметь: создавать и выполнять сборку загрузочного образа, модифицировать стандартные файлы сборки загружаемого образа.

владеть: инструментами для создания загрузочного образа.

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины: максимальной учебной нагрузки: 3 ак. часа.

#### 5.9.2 Содержание дисциплины 9.

Лекция: последовательность загрузки, образ и файл сборки, методы загрузки.

Практическое задание: построение загружаемого образа ЗОСРВ «Нейтрино» под собственные задачи.

---

## **5.10 Рабочая программа дисциплины 10. Разработка администратора ресурсов.**

### **5.10.1 Общая характеристика рабочей дисциплины:**

В результате освоения дисциплины слушатель должен  
знать: основы реализации администраторов ресурсов, инициализация и регистрация администратора ресурсов.

уметь: разрабатывать администратор ресурсов, регистрировать устройство в пространстве имен, обрабатывать запросы read() и write().

владеть: функциями для создания и настройки администраторов ресурсов.

Рекомендуемое количество академ. часов на освоение дисциплины:

максимальной учебной нагрузки: 3 ак. часа.

### **5.10.2 Содержание дисциплины 10.**

Лекция: обзор, базовая структура администратора ресурса, данные об устройствах и открытых сеансах, отложенная обработка клиентских запросов, обработка запросов на разблокирование.

Практическое задание: инициализация администратора ресурсов, реализация обработчика чтения/записи, изучение кода администратора ресурсов.

---

## 6 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

### **Тема 1. Системная архитектура ЗОСРВ «Нейтрино».**

Возможности и функции ядра и администратора процессов. Библиотека системных вызовов.

### **Тема 2. Компиляция и отладка.**

Обзор возможностей среды разработки. Компиляция и отладка ПО, способы связи с целевой системой.

### **Тема 3. Процессы, потоки и синхронизация.**

Создание и завершение процессов и потоков, работа с их атрибутами. Методы синхронизации потоков.

### **Тема 4. Межпроцессное взаимодействие.**

Синхронные и асинхронные сообщения, импульсы, события, сигналы, разделяемая память, каналы, очереди POSIX-сообщений.

### **Тема 5. Часы, таймеры и таймауты.**

Интерфейс работы с часами и таймерами. Использование таймаутов для разблокирования потоков.

### **Тема 6. Прерывания.**

Методы и техники обработки прерываний.

### **Тема 7. Подсистема ввода-вывода.**

Способы взаимодействия с устройствами. Доступ к памяти. Работа с PCI-устройствами.

### **Тема 8. Особенности работы с многоядерными системами.**

Обзор особенностей диспетчеризации и синхронизации потоков в многоядерных системах.

### **Тема 9. Построение загружаемого образа.**

Структура загрузочного образа и инструменты для его создания.

### **Тема 10. Разработка администратора ресурсов.**

Интерфейс администратора ресурса, основные операции взаимодействия с клиентскими процессами.

---

## 7 ОРГАНИЗАЦИОННО - ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

### **Материально-технические условия реализации программы.**

Материально-техническая база (МТБ) обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по данной программе, и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

МТБ содержит специальные помещения, укомплектованные специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации слушателям.

Материально-техническая база включает помещение для проведения лекционных занятий, укомплектованные наборами демонстрационного оборудования:

- персональными компьютерами – 11 шт.;
- настенным экраном – 1 шт.;
- мультимедийным проектором с дистанционным управлением – 1 шт.;
- учебными партами (на 2 места) – 5 шт.;
- стульями для слушателей – 10 шт.

и учебно-наглядными пособиями (презентациями), обеспечивающими тематические иллюстрации в соответствии с темами занятий программы.

Практические задания предусматривают выполнение практических упражнений и обсуждение вопросов, возникших у слушателей в процессе изучения теоретического материала.

### **Кадровое обеспечение образовательного процесса**

Требования к квалификации педагогических кадров, обеспечивающих обучение слушателей по программе «Разработка приложений для ЗОСРВ «Нейтрино» - наличие высшего профессионального образования в области информационных технологий и стажа работы по специальности не менее 1 года, при наличии послевузовского профессионального образования (аспирантура, ординатура, адъюнктура) или ученой степени кандидата наук - без предъявления требований к стажу работы.

---

## 8 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Качество освоения программы оценивается путем осуществления итоговой аттестации. Система итоговой аттестации слушателей по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации «Разработка приложений для ЗОСРВ «Нейтрино» выстраивается в соответствии с учебным планом образовательной программы.

Вопросы итоговой аттестации представлены в разделе 9 настоящей программы.

По результатам итоговой аттестации ставятся отметки оценка по двухбалльной системе – «Зачет»/«Незачет».

Слушателям, успешно прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ установленного организацией образца.

Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть образовательной программы и (или) отчисленным из организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому организацией.

---

## 9 ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

### **Структура тестовых билетов**

Тестирование состоит из 14 вопросов, составленных в соответствии с темами учебного плана.

### **Ответы на вопросы**

Каждый слушатель получает бланк с контрольными вопросами. На подготовку ответов выделяется - 45 минут. Ответы на вопросы осуществляются в письменной форме. Оценка результатов осуществляется согласно утвержденным критериям, которые обозначены слушателям перед итоговой аттестацией.

Для слушателей, получивших «Незачет» и допущенных повторно к итоговой аттестации, а также для слушателей, пропустивших итоговую аттестацию по уважительной причине, устанавливаются дополнительные сроки проведения.

### **Критерии формирования оценок итоговой аттестации**

Итоговая аттестация предусматривает тестирование слушателей по всем темам программы.

При подведении итогов учитывается количество правильно данных ответов. Тест считается успешно пройденным, когда количество правильно данных ответов составляет не менее 80%.

«Зачет» ставится, если слушатель при тестировании правильно ответил на 80% вопросов или более.

«Незачет» ставится, если слушатель при тестировании правильно ответил менее чем на 80% вопросов.

---

## 10 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Каждый слушатель обеспечивается учебно-методическим печатным пособием, содержащим учебно-наглядные материалы по программе «Разработка приложений для ЗОСРВ «Нейтрино», обеспечивающими тематические иллюстрации в соответствии с темами занятий.

Слушатели могут делать пометки в печатном пособии по мере освоения программы и при необходимости возвращаться к уже пройденным темам программы (в т.ч. после прохождения обучения).

---

## 11 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Кртен Р. Руководство для разработчиков приложений реального времени. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. - 364 с.
- 2) Операционная система реального времени QNX Neutrino 6.5.0. Системная архитектура. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. - 400 с.
- 3) Операционная система реального времени QNX Neutrino 6.5.0. Руководство пользователя. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. - 496 с.
- 4) Зыль С.Н. Проектирование, разработка и анализ программного обеспечения систем реального времени. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 336 с.
- 5) Зыль С.Н. Операционная система реального времени QNX. От теории к практике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 192 с.
- 6) Интернет-ресурс ООО «СВД ВС». Техническая документация на ЗОСРВ «Нейтрино». URL: <https://help.kpda.ru/help/index.jsp> (дата обращения: 14.06.2023)
- 7) Галатенко В.А. Программирование в стандарте POSIX, часть 1, 2016 - 547 с.
- 8) Brian Kernighan UNIX. A History and a Memoir, 2021 -221 p.

---

Разработано:



Г.О. Крылов