

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(КНИТУ – КАИ)

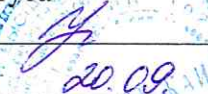
СОГЛАСОВАНО:

Директор Передовой инженерной школы

 Шабалин Л.П.
19.09 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. директора корпоративного
института

 Никитина Т.С.
20.09 2024 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Суперкомпьютерные технологии»

1. Основные характеристики программы

Соответствие профессиональным стандартам	Программа составлена с учетом профстандартов «Программист» (утвержден приказом Минтруда России от 18.11.2013 г. № 679н, рег.№ 30635, вид проф. деятельности 06.001), «Специалист по информационным системам» (утвержден приказом Минтруда России от 18.11.2014 г. № 896н, рег.№ 35361, вид проф. деятельности 06.015)
Соответствие квалификационным требованиям	Программа составлена с учетом приказа Минздравсоцразвития РФ от 11.01.2011 N 1н «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих», раздел «Квалификационные характеристики должностей работников, занятых в научно-исследовательских учреждениях, конструкторских, технологических, проектных и изыскательских организациях»
Категория слушателей	Лица, имеющие или получающие высшее или среднее профессиональное образование
Срок обучения	72 академических часа
Форма обучения	Очная с применением дистанционных образовательных технологий

Программа дополнительного профессионального образования разработана и реализуется в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы. Комплексная авиационная инженерия».

2. Цель реализации программы:

Цель программы заключается в подготовке специалистов, способных проектировать, разрабатывать и применять параллельные вычислительные системы и технологии для решения научных и инженерных задач. Программа направлена на формирование компетенций в области высокопроизводительных вычислений, параллельного программирования, квантовой обработки информации, а также на практическое освоение инструментов и методов работы с Linux и вычислительными кластерами.

3. Требования к результатам обучения

Слушатель, освоивший программу, должен:

3.1. Обладать следующими компетенциями:

- способностью проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы, и их компоненты (ПК-9, ФГОС 09.04.01);
- способностью к программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем (ПК-14, ФГОС 09.04.01);
- способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1, ФГОС 09.04.01).

3.2. Знать:

- компоненты настольной системы Linux;
- инструменты разработки в Linux;
- многопоточные API-интерфейсы и конструкции языка C#;
- принципы функционирования вычислительного кластера и библиотек параллельного программирования;
- методы анализа и синтеза квантовых устройств обработки информации и телекоммуникации.

3.3. Уметь:

- работать с компонентами рабочего стола Linux и настраивать протоколы;
- использовать компилятор C и утилиту make для сборки программ;
- применять скрипты и инструменты для автоматизации разработки в Linux;
- применять Parallel LINQ, класс Parallel, параллелизм задач и конкурентные коллекции для разработки параллельных программ.
- решать практические задачи на вычислительном кластере с использованием библиотек параллельного программирования и настраивать Linux сервер;
- применять методы статистической обработки данных для анализа квантовых устройств обработки и передачи информации.

3.4. Владеть:

- инструментами для разработки и компиляции программ в Linux;
- способами сборки программного обеспечения из исходных кодов в Linux;
- шаблонами проектирования параллельных приложений с применением языка C#;
- способами использования библиотек параллельного программирования на Linux кластере;
- теорией обработки стохастических измерений и расчёта элементов, узлов и систем квантовых устройств обработки и передачи информации.

4. Содержание программы

Календарный учебный график

Образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего календарного года.

Форма обучения	Ауд. часов в день	Общая продолжительность программы (дней, недель, месяцев)
Очная с применением дистанционных образовательных технологий	4	3 месяца

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
программы повышения квалификации
«Суперкомпьютерные технологии»

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			Лекции	Практические и лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	7
1	Модуль 1 «Рабочая среда и разработка на Linux»	16	6	10	
	Тема 1. Компоненты настольной системы Linux	4	2	2	
	Тема 2. Инструменты разработки	6	2	4	
	Тема 3. Компиляция программ	6	2	4	
2	Модуль 2 «Организация Linux кластера, запуск на нем MPI программ»	18	6	12	
	Тема 1. Консоль Linux	6	2	4	
	Тема 2. Linux кластер	6	2	4	
	Тема 3. MPI под Linux	6	2	4	
3	Модуль 3 «Параллельное программирование на языке C#»	18	6	12	
	Тема 1. Parallel LINQ	6	2	4	
	Тема 2. Параллелизм задач	6	2	4	
	Тема 3. Параллельные коллекции	6	2	4	
4	Модуль 4 «Квантовая обработка информации»	18	10	8	
	Тема 1. Базовые понятия квантовых вычислений	6	4	2	
	Тема 2. Стохастические вычисления	8	2	6	
	Тема 3. Квантовая криптография	4	4		
5	Итоговая аттестация	2		2	Защита выпускной работы
	Итого	72	28	44	

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации
«Суперкомпьютерные технологии»

Модуль 1. Рабочая среда и разработка на Linux (16 ч.)

1. Компоненты настольной системы Linux:
 - Компоненты рабочего стола.
 - Обзор протокола Wayland.
 - Обзор системы X Window.
2. Инструменты разработки:
 - Компилятор C.
 - Утилита make.
 - Программы Lex и Yacc.
 - Языки сценариев.
 - Язык Java.
 - Компиляция пакетов.
3. Компиляция программ:
 - Системы сборки программ.
 - Распаковку пакетов с исходным кодом C.
 - Утилиту GNU Autoconf.
 - Процесс установки.
 - Применение исправлений.
 - Устранение ошибок компиляции и установки.

Модуль 2. Организация Linux кластера, запуск на нем MPI программ (18 ч.)

1. Консоль Linux:
 - Файловая система Linux.
 - Команды консоли.
 - Права доступа к файлам
 - Написание и запуск bash скриптов
2. Linux кластер:
 - Организация нескольких узлов в кластер.
 - Беспарольный SSH доступ и сетевые скрипты.
 - Стандартные потоки ввода-вывода
 - Подробное описание темы.
3. MPI под Linux:
 - Запуск параллельных MPI программ на кластере, вычисление числа Π .
 - Тест пропускной способности сети между узлами, настройка NFS.

Модуль 3. Параллельное программирование на языке C# (18 ч.)

1. Parallel LINQ:
 - Продвижение параллельного выполнения.
 - PLINQ и упорядочивание.
 - Ограничения PLINQ.
 - Пример: параллельная программа проверки орфографии.
 - Функциональная чистота.
 - Установка степени параллелизма.
 - Отмена.
 - Оптимизация PLINQ.
2. Параллелизм задач:

- Создание и запуск задач.
 - Ожидание на множестве задач.
 - Отмена задач.
 - Продолжение.
 - Планировщики задач.
 - TaskFactory.
3. Параллельные коллекции:
- IProducerConsumerCollection<T>
 - ConcurrentBag<T>
 - BlockingCollection<T>

Модуль 4. Квантовая обработка информации (18 ч.)

1. Базовые понятия квантовых вычислений:
- Квантовая информатика, квантовый бит (кубит), квантовый вентиль (гейт).
 - Кудит, информационная модель состояния и операций над кудитом.
 - Квантовые алгоритмы: базовые понятия и определения, конкретные примеры (алгоритм Шора, алгоритм Гровера).
2. Стохастические вычисления:
- История развития стохастических вычислений.
 - Состояние и перспективы применения стохастических вычислений.
 - Параллельная (распределённая) реализация и точность стохастических вычислений.
3. Квантовая криптография:
- Квантовые коммуникации: теоретические основы, область и перспективы применения.
 - Квантовые протоколы защищенной передачи данных: особенности реализации и практического применения.
 - Новые механизмы аутентификации и защищённого доступа к удалённым ресурсам вычислительных систем.

Перечень практических и лабораторных занятий

Модуль	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
1	1	Применение компонентов настольной системы Linux	2
	2	Применение инструментов разработки в Linux	4
	3	Компиляция программ в Linux	4
2	1	Установка Linux сервера, основные команды консоли	4
	2	Беспарольный SSH доступ, сетевые скрипты	4
	3	Запуск параллельных MPI программ на Linux кластере	4
3	1	Параллельное программирование с использованием Parallel LINQ	4
	2	Параллельное программирование с использованием параллелизма задач	4
	3	Параллельное программирование с использованием конкурентных коллекций	4
4	1	Информационная модель состояния кубита и кудита, а также операций над ними	2
	2	Методы и алгоритмы генерирования равномерно распределённых случайных и псевдослучайных чисел	2
		Методы анализа качества последовательностей равномерно	2

	распределённых чисел	
	Стохастический метод вычисления произведения k чисел	2

5. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
Лаборатории 426, 427, 428, 430, 435, 437 7 уч. зд. ул. Б.Красная, 55	Лекции	Проектор, персональный компьютер для обеспечения работы проектора, проекционный экран, доска
Лаборатории 426, 427, 428, 430, 435, 437 7 уч. зд. ул. Б.Красная, 55	Практические и лабораторные занятия	Компьютеры, программное обеспечение, мультимедийный проектор, экран, доска
Дистанционные образовательные технологии	Лекции, практические и лабораторные занятия	МТС Линк

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение программе

6.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. Романский, С.О. Высокопроизводительные вычисления [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.О. Романский. Хабаровск: ДВГУПС, 2019. 104 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/179359> (дата обращения: 21.02.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Карепова, Е.Д. Основы многопоточного и параллельного программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Д. Карепова. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2016. 356 с. URL: <https://znanium.com/catalog/document/?pid=966962&id=328385> (дата обращения: 21.02.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий openmp, cuda, opencl, mpi [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А. А. Малявко. Москва: Юрайт, 2022. 135 с. URL: <https://urait.ru/read/492127> (дата обращения: 21.02.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Елесина, С. И. Технология параллельного программирования OpenMP: учебное пособие / С. И. Елесина. — Рязань: РГРТУ, 2021. — 48 с.— Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/220409> (дата обращения: 21.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей
5. Богачёв, К.Ю. Основы параллельного программирования / К.Ю. Богачёв. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 342 с.
6. Роби, Р. Параллельные и высокопроизводительные вычисления / Р. Роби, Д. Замора; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва: ДМК Пресс, 2022. — 800 с. — ISBN 978-5-97060-936-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/241124> (дата обращения: 21.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Гибадуллин, Р.Ф. Параллельное программирование на языках C/C++ и C#: учебно-методическое пособие / Р.Ф. Гибадуллин, Е.С. Белашова. Казань: Школа, 2021. 104 с.
8. Минязев, Р.Ш. Параллельное программирование (MPI, OpenMP, CUDA): учебно-методическое пособие / Р.Ш. Минязев. Казань: КНИТУ-КАИ, 2021. 68 с.

9. Филиппов, Ф. В. Квантовые вычисления: лабораторный практикум: учебное пособие / Ф. В. Филиппов. — Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2024. — 42 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/426116> (дата обращения: 29.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Беззатеев, С. В. Основы квантовых вычислений : учебное пособие / С. В. Беззатеев, С. Г. Фомичева. — Санкт-Петербург: ГУАП, 2022. — 81 с. — ISBN 978-5-8088-1735-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/340919> (дата обращения: 29.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ [Электронный ресурс] URL: <http://library.kai.ru/> (дата обращения: 29.08.2024). Режим доступа: свободный.

2. Лань: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 29.08.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательных процессов по программе

1. Демонстрация презентаций в ходе чтения лекции
2. Интерактивная доска
3. Образовательные ресурсы сети Интернет (компьютерный класс)
4. LMS Blackboard и Moodle

7. Оценка качества освоения программы

Контроль освоения программы осуществляется в виде итоговой аттестации по результатам рассмотрения выпускной работы, подготовленной по теме одного из разделов программы повышения квалификации. Выпускная работа выполняется слушателем самостоятельно. Результаты ее выполнения представляются в виде пояснительной записки. Окончательная оценка качества освоения программы осуществляется руководителем программы после изучения материалов пояснительной записки и выражается в оценке «Зачтено» или «Не зачтено». Слушатель считается аттестованным, если имеет оценку «Зачтено».

Для получения оценки «Зачтено» выпускная работа должна удовлетворять следующим критериям:

1. Понимание рассмотренных в ходе выполнения работы места цифровых технологий в современном мире, технологий параллельных вычислений, параллельного программирования и статистического анализа;
2. Качественное оформление пояснительной записки;
3. Полнота и глубина рассмотрения вопросов по теме работы.

Оценка «Не зачтено» выставляется за неполное освещение темы работы, отсутствие обоснования принимаемых решений при выполнении работы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер.

Примеры тем выпускной работы:

1. Потребнобезопасные вызовы элементов управления в приложениях WPF, UWP и Windows Forms.
2. Организация Linux кластера с применением технологии MPI.

3. Реализация цифрового устройства для анализа марковских последовательностей.

8. Кадровые условия реализации программы

В реализации программы принимают участие ведущие преподаватели КНИТУ-КАИ.

9. Разработчики и составители программы

Гибадуллин Руслан Фаршатович, кандидат технических наук,
доцент кафедры компьютерных систем

Минязев Ринат Шавкатович, кандидат технических наук,
доцент кафедры компьютерных систем

Шалагин Сергей Викторович, доктор технических наук,
профессор кафедры компьютерных систем