


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 корпоративного института

  
\_\_\_\_\_ А.В.Гимбицкий  
8 сентября 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по образовательной  
деятельности и воспитательной работе

  
\_\_\_\_\_ А.А.Лопатин  
9 сентября 2020 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**«Высокопроизводительные параллельные вычисления»**

## 1. Основные характеристики программы

Соответствие профессиональным стандартам	Программа составлена с учетом профстандарта «Руководитель проектов в области информационных технологий», утвержденного приказом Минтруда России от 18.11.2014 № 893н.
Соответствие квалификационным требованиям	Программа составлена с учетом постановления Минтруда России от 21.08.1998 № 37 «Общепрофессиональные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях» и приказа Минздравсоцразвития РФ от 11.01.2011 № 1н «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих», разделы «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования»
Категория слушателей	Научно-педагогические работники, педагогические работники, работники предприятий
Срок обучения	72 часа
Форма обучения	очная, с частичным отрывом от производства

**2. Цель реализации программы:** качественное изменение профессиональных компетенций, необходимых для выполнения следующих видов профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации:

- Применение методов параллельной обработки данных для решения современных задач науки и техники;
- Осуществление разработки параллельных алгоритмов для различных систем и задач и их реализации с помощью средств параллельного программирования.

### 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).

#### 3.2. Знать:

- характеристики производительности параллельных вычислений;
- принципы параллельной обработки цифровой информации;
- основные методы и инструментальные средства параллельного программирования.

#### 3.3. Уметь:

- применять высокопроизводительные вычисления в своей научной и образовательной деятельности.

#### 3.4. Владеть:

- методами параллельной обработки данных;
- средствами параллельного программирования.

## 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	4	3 месяца

### УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН программы повышения квалификации «Высокопроизводительные параллельные вычисления»

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	В том числе		Формы контроля
			лекции	практические и лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	6
1	Параллельное программирование на языке C#	24	8	16	
2	Кластерное дело, использование библиотек параллельного программирования на кластере	24	8	16	
3	Статистический анализ и обработка результатов экспериментов	24	10	14	
	Итого	72	26	46	Зачет

### УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА курса повышения квалификации «Высокопроизводительные параллельные вычисления»

#### Раздел 1. Параллельное программирование на языке C# (24 ч.)

##### Параллельное программирование на языке C#

- 1.1. Проблемы разработки параллельных приложений (лекция, 2 часа)
- 1.2. Работа с потоками
- 1.3. Средства синхронизации
- 1.4. Конкурентные коллекции

#### Раздел 2. Кластерное дело, использование библиотек параллельного программирования на кластере (24 ч)

- 2.1 Аппаратные платформы
- 2.2 Виды серверных ОС
- 2.3 Работа с Linux Server
- 2.4 Использование библиотек параллельного программирования

#### Раздел 3. Статистический анализ и обработка результатов экспериментов (24 ч.)

- 3.1 Базовые понятия статистической обработки
- 3.2 Методы многомерной статистической обработки
- 3.3 Метод статистических испытаний (Монте-Карло)

## Перечень практических занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического занятия (практикума, тренинга, деловой игры, круглого стола, выездного занятия и т.п)	Кол-во часов
1	2	Многопоточная обработка элементов массива	4
1	3	Поиск простых чисел	4
1	4	Синхронизация доступа к одноэлементному буферу	4
1	4	Синхронизация приоритетного доступа к многоэлементному буферу	4
2	1	Настройка базовой сети в Cisco Packet Tracer с маршрутизацией.	4
2	2	Установка Ubuntu Server, настройка сетевых служб и сервисов работа с файлами и каталогами в консоли.	4
2	3	Настройка ssh доступа между узлами, написание bash скриптов, установка и настройка web-сервера.	4
2	4	Эффективность применения технологии параллельного программирования MPICH, OpenMP, CUDA на вычислительном кластере (на примере перемножения матриц).	4
3	1	Базовые понятия статистической обработки результатов экспериментов	2
3	2	Кластерный анализ, иерархические (агломеративные) методы	4
3	2	Кластерный анализ, дивизивный метод k-средних	4
3	2	Дискриминантный анализ	2
3	2	Факторный анализ	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

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение программе

#### 6.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. Райхлин В.А. Вершинин И.С., Минязев Р.Ш., Гибадуллин Р.Ф. Конструктивное моделирование систем информатики – Казань: Изд-во «ФЭн» («Наука»), 2016. 312 с.
2. Райхлин В.А. Системы параллельной обработки данных. Научно-образовательное издание. – Казань: Изд-во «ФЭН» («Наука»), 2010.
3. Райхлин В.А. Начала параллельных вычислений. Материалы лекций – Казань: Изд-во КГТУ, 2008.
4. Райхлин В.А. Конструктивное моделирование систем – Казань: Изд-во «ФЭн» («Наука»), 2005.
5. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления – С.-Пб.: Изд-во «БХВ-Петербург», 2004.
6. Корнеев В.В. Вычислительные системы – М.: Изд-во «Гелиос АРВ», 2004.
7. Хокни Р., Джессхоуп К. Параллельные ЭВМ. Архитектура, программирование и алгоритмы – М.: Изд-во «Радио и связь», 1986.
8. Моисеев В.С., Тутубалин П.И., Бутузова А.В. Теория системного анализа и принятия решений. Учебное пособие. – Казань: Изд-во КГТУ, 2010.

9. Троелсен Э. C# и платформа .NET 3.0: Учебник для вузов. Спец. издание. – СПб.: Питер, 2008.
10. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А. Вычислительное дело и кластерные системы.-М.: Изд-во МГУ, 2007. - 150 с.
11. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. — СПб.: Питер, 2010.
12. Многомерный анализ данных методами прикладной статистики : учеб. пособие / С.С. Барковский, В.М. Захаров, А.М. Лукашов [и др.].- Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2010.- 122
13. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL : учеб. пособие / Э.А. Вуколов.- 2-е изд., испр. и доп. .- М.: Форум, 2012.- 464 с.
14. Методика автоматизированной многопараметрической классификации предложений на участие в НИОКР отраслевой программы: учеб. пособие / С. С. Барковский, А. М. Лукашов, А. Р. Нурутдинова [и др.].- Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2011.- 44 с.
15. Просянюк Н.А., Варчук О. А. Статистика. От теории к практике. Харьков: Бурун книга, 2008. 128 с.
16. Статистика: учебное пособие / А.В. Багат, М.М. Конкина, В.М. Симчера [и др.]; 340 Ред. В.М. Симчера.- М.: Финансы и статистика, 2005.- 368.
17. Боровиков В. Популярное введение в программу Statistica. М.: КомпьютерПресс, 1998. 267с.
18. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ./Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р.Клекка и др.; Под ред. И.С. Енюкова. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.
19. Аффифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ: Пер. с англ. /Под ред. Г.П. Башарина. М.: Мир, 1982. 182 с.
20. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г., Шеффер М. Многомерный статистический анализ в экономике: Учеб. Пособие для вузов/ Под ред. проф. Тамашевича. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. 598 с.
21. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: Справ. изд. /С.А.Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин; Под ред. С.А.Айвазяна. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
22. Тернер Д. Вероятность, статистика и исследование операций. М.: Статистика, 1976. 432с.
23. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. М.: Статистика, 1977. 128 с.
24. Хартман Г. Современный факторный анализ. М.: Статистика, 1972. 444 с.
25. А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. Многомерные статистические методы. М.: Финансы и статистика, 1998. 352 с.
26. Захаров В.М., Нурмеев Н.Н., Салимов Ф.И., Соколов С.Ю., Шалагин С.В. К задаче дискриминантного анализа автоматных марковских моделей // Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева. 2001. № 3. С. 37 - 39.

### **6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.
2. Сайт «Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования».
3. Сайт КНИТУ-КАИ.
4. Информационно-аналитический ресурс по параллельным вычислениям (<http://parallel.ru>)

### **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)

## 7. Оценка качества освоения программы

Контроль освоения программы осуществляется в виде итоговой аттестации по результатам рассмотрения выпускной работы, подготовленной по теме одного из разделов направления повышения квалификации.

Выпускная работа выполняется слушателем самостоятельно. Результаты ее выполнения представляются в ходе итоговой аттестации в виде пояснительной записки. Окончательная оценка качества освоения программы осуществляется руководителем работы после изучения материалов пояснительной записки и выражается в оценке «Зачтено» или «Незачтено». Слушатель считается аттестованным, если имеет оценку «Зачтено».

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

1. Понимание рассмотренных в ходе выполнения работы технологий параллельных вычислений, параллельного программирования и статистического анализа;
2. Качественное оформление пояснительной записки;
3. Полнота и глубина рассмотрения вопросов по теме работы;
4. Качество доклада по результатам выполнения работы;
5. Качество ответов на вопросы по работе.

Оценка «Незачтено» выставляется за слабое и неполное освещение темы работы, отсутствие обоснования принимаемых решений при выполнении работы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие ответов на вопросы во время представления работы.

Возможные варианты тем разрабатываемого слушателями проекта (на примере раздела 3):

- Определение точечных характеристик набора признаков для множества объектов из заданной предметной области.
- Определение корреляционных зависимостей между признаками для множества объектов из заданной предметной области.
- Применение методов кластерного анализа для разделения на группы (кластеры) для множества объектов из заданной предметной области.
- Проверка корректности априорного распределения по группам для множества объектов из заданной предметной области при использовании метода дискриминантного анализа.
- Выявление корреляции между признаками и объединение сильно коррелированных признаков в группы-факторы при использовании методов факторного анализа.

## 8. Кадровые условия реализации программы

В реализации программы принимают участие преподаватели ИППК КИ, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 5 лет), а также профильное образование с повышением квалификации (не реже 1 раза в 3 года).

## 9. Разработчики и составители программы:

1. Вершинин И.С., зав. кафедрой компьютерных систем

*Верш*