

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Архитектура вычислительных систем

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Осипов Е.А. (Кафедра прикладной математики, отделение прикладной математики и информатики), Evgenij.Osipov@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	Способен разрабатывать наукоемкое программное обеспечение для автоматизации систем и процессов, а также развивать информационно-коммуникационные технологии
ПК-4	Разработка, отладка, рефакторинг программного кода, баз данных, информационных ресурсов; проектирование и интеграция программного обеспечения, управление проектами в области ИТ

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

способы представления данных в вычислительных системах;  
методы обработки информации средствами ПК;  
методы обмена информацией между ПК и отдельными составляющими модулями вычислительных систем.

Должен уметь:

определять тип архитектуры вычислительной системы и определять эффективность применения используемой архитектуры;  
строить математические модели и использовать программные средства оценки для определения эффективности архитектуры вычислительных систем.

Должен владеть:

методами анализа потоков данных;  
основами технологий разработки программ при работе в различных вычислительных системах.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Знть: способы представления данных в вычислительных системах;  
методы обработки информации средствами ПК;  
методы обмена информацией между ПК и отдельными составляющими модулями вычислительных систем.

Уметь: определять тип архитектуры вычислительной системы и определять эффективность применения используемой архитектуры;

строить математические модели и использовать программные средства оценки для определения эффективности архитектуры вычислительных систем.

Владеть: методами анализа потоков данных;

основами технологий разработки программ при работе в различных вычислительных системах.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.05.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.04 "Прикладная математика (Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. История развития архитектуры ВС. Уровни управления.	1	0	0	6	12
2.	Тема 2. Потокковые вычислители.	1	0	0	6	20
3.	Тема 3. Параллельное программирование. Архитектура систем для параллельных вычислений	1	0	0	6	20
4.	Тема 4. Многопроцессорные системы. Кластерные системы. Вычислительные процессы с использованием более одного ПК.	1	0	0	6	12
5.	Тема 5. Нейронные сети и транспьютеры.	1	0	0	4	12
6.	Тема 6. Разработка вычислителей с программируемой архитектурой. Переход на новый тип вычислителей. Квантовые компьютеры. Архитектура квантовых систем обработки данных (информации).	1	0	0	8	32
	Итого		0	0	36	108

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. История развития архитектуры ВС. Уровни управления.

Принципы Джона фон Неймана построения вычислителей. Классификация современных ЭВМ. Гарвардская архитектура. Сравнение архитектур двух типов. Основные архитектуры многопроцессорных вычислительных систем и систем на основе кластеров. Классификации архитектур ВС. Регистр - счетчик команд. Конвейер и методы конвейерной обработки данных.

Управление последовательностью вычислений. Типы данных для определения точности вычислений.

###### Тема 2. Потокковые вычислители.

Последовательное выполнение операций и управления порядком выполнения этих операций. Возможность перехода к распараллеливанию вычислений. Применение ярусно-параллельной формы информационного графа алгоритма. Структурная схема вычислителя с управлением последовательностью вычислений потоком данных. Реализация потокковых вычислителей. Проблемы программирования.

###### Тема 3. Параллельное программирование. Архитектура систем для параллельных вычислений

Параллельные вычисления. Скорость вычислений, качество полученных результатов. Пределы производительности отдельных процессоров и преимущества работы с графическими ядрами при численных расчетах. Применение ярусно-параллельная формы. Технологии параллелизации на ЭВМ. Конвейерный принцип параллелизации и векторные процессоры. Архитектуры вычислителей для параллелизации. Параллелизация по данным и по процессам. Глубина распараллеливания при численном счете и передаче данных.

Типовой шаблон работы с GPU на языках высокого уровня. Поддерживаемые языки высокого уровня с CUDA. Использование языка C++ интегрированной среды Microsoft Visual Studio при разработке программ для CUDA.

###### Тема 4. Многопроцессорные системы. Кластерные системы. Вычислительные процессы с использованием более одного ПК.

Методы определения производительности многопроцессорных систем. Тест High- Performance Linpack benchmark и другие. Вычислительные кластеры - кластерные системы. Реальное и пиковое быстродействие разных типов многопроцессорных архитектур. Погрешность вычислений при расчетах. Топологии многопроцессорных систем. Допустимость неограниченного параллелизма?

#### **Тема 5. Нейронные сети и транспьютеры.**

Нейронная сеть - шаг в будущее. Постановка задач и поиск решения при применении нейронной сети. Обучение нейронной сети. Последовательности: обучающая; тестовая; рабочая. Многослойные нейронные сети. Самообучающиеся нейронные сети. Аппаратная реализация нейронной сети.

Переход к распределённой архитектуре вычислений. Транспьютерная архитектура вычислительных систем. Параллельная система создаваемая из набора транспьютеров, которые функционируют независимо и взаимодействуют через последовательные каналы связи. Языки программирования Оссам, Си и Фортран с параллельными расширениями.

Применение транспьютеров в 21 веке.

#### **Тема 6. Разработка вычислителей с программируемой архитектурой. Переход на новый тип вычислителей. Квантовые компьютеры. Архитектура квантовых систем обработки данных (информации).**

Вычислительные системы с программируемой архитектурой. Самостоятельная настройка вычислительных систем на выполнение конкретных задач. Программируемые логические интегральные схемы. Создание архитектуры вычислителей по принципу перемещения кода к данным.

Квантовые компьютеры. Выполнение вычислений со скоростью света. Понятия кубита и квантовой связанности. Схема реализации кубитов при разработке архитектуры вычислительной системы. Первые псевдо-квантовые компьютеры 21 века.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Команда MS Teams по курсу "Архитектура вычислительных систем" -

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a588ccbfb60a844f79b06d176244242e8%40thread.tacv2/conversations?groupId=0b1d>

Сайт КФУ. Искусственные нейронные сети и приложения -

<http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/146485/1/NejronGafGal.pdf>

САЙТ С.П. КУРДЮМОВА. Квантовые вычисления -

<http://spkurdyumov.ru/uploads/2017/09/kvantovye-vychisleniya-i-funkcionalnoe-programmirovanie.pdf>

Студенческая электронная библиотека. Пособие по основам квантовых вычислений. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224148.html>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	При выполнении лабораторных работ необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и пр. Решение задач излагается подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки. Текущие задания на лабораторные работы выдаются каждую неделю на практическом занятии. Индивидуальные домашние задания выдаются на практических занятиях в начале изучения соответствующих тем. Реализация данной дисциплины предполагает как очную, так и дистанционную форму обучения.
самостоятельная работа	Изучение данного курса предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над теоретическим материалом, текстами рекомендованных учебников и учебных пособий; развитие навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса. Студентам следует стремиться к активизации знаний на занятиях по другим естественно-научным дисциплинам, связанным с данным курсом. Основной целью самостоятельных занятий по данному курсу является углубленное изучение основных принципов построения приближенных схем, которые используются при аппроксимации граничных задач для дифференциальных уравнений и интегральных уравнений. При подготовке к каждому занятию необходимо обратиться к учебному пособию. Необходимо также изучить литературу и интернет-источники по данной теме, чтобы уточнить определения, формулировки основных результатов, найти аналоги решаемым задачам и выполняемым упражнениям. При работе с примерами необходимо стремиться не только к узнаванию алгоритма решения каждой конкретной задачи, но и к пониманию цели его употребления в данном контексте, функциональной нагрузки, которой данный пример обладает. Самостоятельная работа по изучению курса предполагает внеаудиторную работу. Этапы выполнения самостоятельных работ: 1. Просмотр учебного пособия и рекомендуемой литературы по теме задания. 2. Составление резюме прочитанной главы соответствующего раздела рекомендуемого теоретического источника или учебника. 3. Выполнение заданий по теме и их комментирование.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	При подготовке к зачету обучающемуся рекомендуется составить план процесса подготовки, включающей изучение, повторение, систематизацию, логическую обработку материала, анализ полученной информацией с выявлением возможных следствий и неявных свойств объектов, составлением списка возможных дополнительных вопросов и заданий, подготовку к выполнению практических задач по темам дисциплины.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.04 "Прикладная математика" и магистерской программе "Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.05.02 Архитектура вычислительных систем

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Степина, В. В. Основы архитектуры, устройство и функционирование вычислительных систем : Учебник / В.В. Степина. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 288 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-102994-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1069179> (дата обращения: 23.06.2020). - Режим доступа: по подписке
2. Рыбальченко М.В., Организация ЭВМ и периферийные устройства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Рыбальченко М. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2017. - 84 с. - ISBN 978-5-9275-2523-2 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927525232.html> (дата обращения: 23.06.2020) - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Максимов, Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем : учебник / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. - 511 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106243-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1079429> - (дата обращения: 23.06.2020). - Режим доступа: по подписке
2. Степина, В. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы : учебник / В.В. Степина. - Москва : КУРС: ИНФРА-М, 2019. - 384 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-105268-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1038451> (дата обращения: 23.06.2020). - Режим доступа: по подписке
3. Архитектура компьютеров [Электронный ресурс]: учебник / М.К. Буза - Минск : Выш. шк., 2015. - 414 с. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850626523.html> (дата обращения: 23.06.2020) - Режим доступа: для авториз. пользователей.



Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.05.02 Архитектура вычислительных систем

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows