

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

2021 г.



## Архитектура вычислительных систем

### рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой	<i>прикладной информатики</i>
Учебный план	<i>02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, профиль «DevOps-инженерия в администрировании инфраструктуры ИТ-разработки»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>2 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>72</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>33,85</i>
самостоятельная работа	<i>38,15</i>
Вид(ы) контроля в семестрах	
<i>экзамен/зачет/зачет с оценкой</i>	<i>Семестр 4 – зачет</i>

Томск-2021

Программу составила:  
д-р техн. наук, профессор,  
заведующий кафедрой прикладной информатики

 С.П. Сущенко

Рецензент:  
д-р техн. наук, профессор,  
заведующий кафедрой теоретических основ информатики

 А.В. Замятин

Рабочая программа дисциплины «Архитектура вычислительных систем» разработана в соответствии с самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (Утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной информатики

Протокол от 09 июня 2021 г. № 17

Заведующий кафедрой прикладной информатики,  
д-р техн. наук, профессор

 С.П. Сущенко

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,  
д-р техн. наук, профессор

 С.П. Сущенко

### Цель освоения дисциплины

**Цель** – Обучить студентов принципам организации вычислительных систем и их компонент, методам обеспечения отказоустойчивости и масштабирования. В результате освоения дисциплины обучающийся приобретает навыки применения теории вычислительных систем при проектировании и разработке приложений, распределении ресурсов и оценке операционных характеристик вычислителя, настройке приложений и сервисов на их эксплуатацию в заданных условиях.

### 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Архитектура вычислительных систем» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины», входит в модуль «Компьютерные науки».

Пререквизиты дисциплины: «Алгоритмы и структуры данных».

Постреквизиты дисциплины: «Операционные системы», «Компьютерные сети».

### 2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-3 Способен понимать и применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения ОПК	ИОПК-3.1 Обладает необходимыми знаниями в области информационных технологий и программных средств	ОР-3.1.1. Знать принципы организации вычислительных систем, конвейерной, векторной и супер-скалярной обработки, архитектуру современных процессоров, методы ускорения и распараллеливания вычислений, организацию иерархической памяти, способы построения КЭШ-памяти, архитектуру шинных интерфейсов, методы обеспечения отказоустойчивости и масштабирования памяти, систем хранения, виртуализации аппаратуры вычислительных систем, принципы организации многопроцессорных архитектур.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
	4 семестр	всего
<b>Общая трудоемкость</b>	72	72
<b>Контактная работа:</b>	33,85	33,85
Лекции (Л):	32	32
Практики (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Семинары (СЗ)		
Групповые консультации	1,6	1,6
Индивидуальные консультации		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25

<b>Самостоятельная работа обучающегося:</b>	38,15	38,15
- изучение учебного материала, публикаций	32	32
- подготовка к рубежному контролю по теме/разделу	6,15	6,15
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

### 3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	Семестр	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
1.	1. Организация вычислительных систем. Компоненты вычислителя. Однопроцессорные и многопроцессорные архитектуры. Классификация по Флину. SISD-архитектура. SIMD-архитектура. MISD-архитектура. MIMD-архитектура. Принципы организации CISC и RISC процессоров. Технология CMT. Источники параллелизма компьютерных вычислений. Классификация вычислительных систем по уровням параллелизма (классификация по Треливену). Подходы к организации многопроцессорных систем. CMP, SMP, MPP, CC-NUMA, вычислительные кластеры.	Лекции	4		6	1,2,3	OP-2.1.1, OP-2.2.1 OP-2.3.1.
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.	СРС	4		6		
2.	2. Архитектура микропроцессоров. Архитектурные приёмы, используемые при построении процессоров: конвейеризация, суперскалярная архитектура, неупорядоченное выполнение, спекулятивное и предикативное исполнение, переименование регистров, обход и продвижение данных, предсказание ветвлений, превращение CISC архитектуры в RISC, многоядерность, многопоточность. Строение КЭШ памяти процессора. Архитектура Intel CloverTown, архитектура AMD Barcelona, архитектура SUN UltraSPARC T1, T2, архитектура IBM P6, архитектура IBM CellBE.	Лекции	4		8	1,2,3	OP-2.1.1, OP-2.2.1 OP-2.3.1.
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.	СРС	4		8		
3.	3. Шинные интерфейсы. Эволюция системных шин. Шины ввода-вывода: шина PCI, шина PCI-X, шина PCI-E, шина AGP, интерфейс ввода-вывода на основе коммутатора, шина Infini-Band. Периферийные шины: шина EIDE, шина SATA, семейство шин SCSI, шина SAS, шина IEEE-1394, шина Fibre Channel, HT, FSB, FireWire, универсальная последовательная шина USB.	Лекции	4		6	1,2,3	OP-2.1.1, OP-2.2.1 OP-2.3.1.
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу	СРС	4		6		
4.	4. Подсистема памяти. Многоуровневая архитектура памяти. Статическая и динамическая память. КЭШ	Лекции	4		6	1,2,3	OP-2.1.1, OP-2.2.1 OP-2.3.1.

	память. КЭШ прямого отображения. Полностью ассоциативный КЭШ. Множественно ассоциативный КЭШ. Многоуровневое построение КЭШ памяти. Методы построения КЭШ памяти различных уровней. Принципы организации оперативной памяти. Элемент динамической памяти. Массивы ячеек и структура микросхем динамической памяти. Классификация типов памяти случайного доступа. Физическое и логическое построение оперативной и дисковой памяти. Многоканальная память. Технологии FPM, EDO, BEDO, SDR SDRAM, DDR SDRAM, DDR2 SDRAM, DDR3 SDRAM. Типы модулей памяти. Механизмы обеспечения высокой отказоустойчивости оперативной памяти. Дисковые запоминающие устройства.						
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу	СРС	4		6		
5.	5. Методы обеспечения отказоустойчивости и масштабирования. Методы защиты дисковой памяти от сбоев. Отказоустойчивые массивы дисков (RAID), уровни RAID. Методы виртуализации аппаратуры вычислительных систем. Аппаратная виртуализация, виртуализация средствами ОС, виртуализация на основе гипервизоров. Решение компания VM-Ware в области виртуализации серверных групп.	Лекции	4		6	1,2,3	OP-2.1.1, OP-2.2.1 OP-2.3.1.
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу	СРС	4		12,15		
	<b>Подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета</b>	СРС	<b>4</b>		<b>1,6</b>	1,2,3	
	<b>Прохождение промежуточной аттестации в форме зачета</b>	3	<b>4</b>		<b>0,25</b>		

#### 4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

Оценка за промежуточную аттестацию по дисциплине выставляется как среднеарифметическая по итогам текущего контроля успеваемости (по результатам выполнения письменных контрольных работ) при условии сдачи мероприятий контрольных точек на положительную оценку. Для улучшения оценки в период сессии проводится устный зачет с оценкой по материалам всех лекций. Текущий контроль успеваемости осуществляется на контрольных неделях семестра.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, приведены в Приложении 1 к рабочей программе «Фонд оценочных средств».

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для текущей аттестации, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов текущей аттестации, приведены в Приложении 2 к рабочей программе «Примерные оценочные средства текущей аттестации».

##### 4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания, количество страниц
Основная литература				
1.	Сущенко С.П.	Архитектура вычислительных систем. Учебное пособие	Издательский дом «СКК-Пресс»	2006 г., 196 с.
2.	Эндрю Танненбаум	Архитектура компьютера, 5-ая редакция	Издательство «Питер»	2007 г., 846 с.
Дополнительная литература				
3.	Хорошевский В. Г.	Архитектура вычислительных систем	Издательство: МГТУ им. Н. Э. Баумана	2008 г., 520 с.

##### 4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

1. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] / Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ: [сайт]. – [Томск, 2011–2016]. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>.

2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб., 2021- . – URL: <http://e.lanbook.com>

##### 4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

MS Windows; MS Office.

##### 4.4. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины необходимы лекционные аудитории и аудитории для проведения лабораторных занятий. Специальные технические средства (проектор, компьютер и т.д.) требуются для демонстрации материала в рамках изучаемых разделов, проведения защиты проектов в конце семестра. Вся основная и дополнительная литература, необходимая для самостоятельной работы и подготовки к экзамену, имеется в научной библиотеке ТГУ.

## 5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в форме самостоятельного изучения основного теоретического материала, ознакомление с дополнительной литературой, Интернет-ресурсами. В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы используется основная и дополнительная литература по предмету, Интернет-ресурсы, материал лекций.

Темы для изучения	Формы выполнения заданий
1. Организация СОМА-вычислителей	Обсуждение достоинств и недостатков организации вычислительной системы
2. Анализ влияния неоднородности фаз микропроцессорной конвейерной обработки, их числа и частоты перезагрузки конвейера на быстродействие центрального процессора	Построение моделей конвейерной обработки, анализ результатов расчетов на основе теории конвейерной обработки
3. Исследование влияния параметров ассоциативности и глубины неблокируемости кэш-памяти на операционные характеристики кэша и время его загрузки новым приложением	Обсуждение факторов, определяющих быстродействие кэш-памяти
4. Протоколы обеспечения когерентности в системах иерархической памяти	Сравнительный анализ различных протоколов
5. Анализ потенциальных операционных характеристик иерархической коммуникационной среды на базе коммутаторов вычислительного кластера	Обсуждение подходов к анализу коммуникационной среды и ее формальных моделей

## 6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Сущенко Сергей Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики ТГУ

## 7. Язык преподавания – русский язык.