

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Архитектура компьютеров

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Общий профиль

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.02 Архитектура компьютеров относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-4: Способен проектировать программное обеспечение	<p>ПК-4.1: Знает типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения.</p> <p>ПК-4.2: Знает методы и средства проектирования программного обеспечения.</p> <p>ПК-4.3: Знает методы и средства проектирования баз данных.</p> <p>ПК-4.4: Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения.</p> <p>ПК-4.5: Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных.</p>	<p>ПК-4.1: Знать: типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения.</p> <p>ПК-4.2: Знать: методы и средства проектирования программного обеспечения.</p> <p>ПК-4.3: Знать: методы и средства проектирования баз данных.</p> <p>ПК-4.4: Знать: методы и средства проектирования баз данных.</p> <p>ПК-4.5: Уметь: использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения.</p> <p>ПК-4.5: Уметь: применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных.</p>	Собеседование	<p>Зачёт: Задания Контрольные вопросы</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	24
- КСР	1
самостоятельная работа	59
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Введение в архитектуру вычислительных систем	15	3	3	6	9
Цифровой логический уровень	18	5	5	10	8
Уровень микроархитектуры	18	5	5	10	8
Уровень архитектуры набора команд	18	5	5	10	8
Уровень операционной системы	9	1	1	2	7
Параллельные вычислительные системы	12	3	3	6	6
Введение в квантовые компьютеры	8	1	1	2	6
Ассемблер	9	1	1	2	7
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	24	24	49	59

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение в архитектуру вычислительных систем
2. Цифровой логический уровень
3. Уровень микроархитектуры

4. Уровень архитектуры набора команд
5. Уровень операционной системы
6. Ассемблер /
7. Параллельные вычислительные системы
8. Введение в квантовые компьютеры

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. S. Tanenbaum, T. Austin. Structured Computer organization. 6th edition. Pearson Prentice Hall, 2013. 801 p.
2. John L. Hennessy, David A. Patterson. Computer Architecture: A Quantitative Approach. 4th edition. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 2007. 705 p
3. MCNAIRY, C., and SOLTIS, D.: "Itanium 2 Processor Microarchitecture," IEEE Micro Magazine, vol. 23, pp. 44–55, March-April 2003. ARM7TDMI. Technical Reference Manual.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

вопросы

1. RISC и CISC, примеры
2. Структура машины фон-Неймана
3. Закон Мура
4. Аппаратная база цифрового логического уровня компьютеров поколений вычислительной техники
5. Архитектура компьютера
6. Параллелизм на уровне команд
7. Параллелизм на уровне процессора
8. Методы представления отрицательных двоичных чисел. Двоичная
9. Типы модулей памяти
10. Шины. ISA, PCI, PCIe

11. Синхронизация шины. Арбитраж шины
12. Типы базовых вентиляей
13. Комбинаторные схемы

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

						полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Преобразовать заданные числа в формат смещение-127 и представить в шестнадцатеричном виде.
2. Найти неправильный бит в кодовом слове Hamming SEC.
3. Декодировать число, представленное по стандарту IEEE-754 для одинарной точности.
4. Закодировать заданное число с плавающей точкой согласно стандарту IEEE-754 для одинарной точности.

- 5.Используя таблицу истинности, показать, что $X = (X \text{ AND } Y) \text{ OR } (X \text{ AND NOT } Y)$.
- 6.Определить, какая исходная команда Java была интерпретирована с помощью заданной последовательности инструкций на ассемблере JVM.
- 7.Подсчитать время выполнения заданной команды на языке Java, если известна тактовая частота машины, реализующей архитектуру.
- 8.Для заданного содержимого памяти и регистров определить результаты последовательности команд с различными методами адресации.
- 9.Представить инфиксную формулу с помощью обратной польской записи.
- 10.Сравнить машины: безадресную, одноадресную, двух- и трехадресную с помощью написания программы для подсчета выражения $X = (A + B \times C) / (D - E \times F)$. Список инструкций задан.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы, возможно с незначительными неточностями в определении понятий, процессов и т.п. Студент работал на практических занятиях и выполнил все тестовые задания как минимум на 80%.
не зачтено	Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы, так и на наводящие вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий и не выполнил тестовые проверочные задания.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Архитектуры RISC и CISC, примеры / RISC and CISC, examples
2. Структура машины фон-Неймана / Von Neumann machine
3. Закон Мура / Moor's law
4. Аппаратная база цифрового логического уровня компьютеров поколений вычислительной техники / The base of computer generations
5. Архитектура компьютера / Computer system architecture
6. Параллелизм на уровне команд / Instruction-level parallelism
7. Параллелизм на уровне процессора / Processor-level parallelism
8. Методы представления отрицательных двоичных чисел. Двоичная арифметика / Negative binary numbers. Binary arithmetic
9. Синхронизация шины. Арбитраж шины / Bus synchronization. Bus arbitration
10. Типы базовых вентилей / Basic gates
11. Комбинаторные схемы / Combinational circuits
12. Арифметические схемы / Arithmetic circuits
13. Тактовые генераторы / Clocks
14. Защелки. Триггеры. Регистры / Latches. Flip-flops. Registers
15. Тракт данных для архитектуры Mic-1 / Data Path for the Mic-1
16. Микрокоманды Mic-1 / Mic-1 microinstructions

17. Методы повышения производительности микроархитектуры на примере Mic-1 / *Performance optimization on the Mic-1 example*
18. Кэш-память / *Cache memory*
19. Методы предсказания переходов / *Branch prediction*
20. Обработка с изменением последовательности и переименование регистров / *Out-of-order execution and register renaming*
21. Спекулятивное исполнение / *Speculative execution*
22. Характеристики уровня архитектуры набора команд / *Properties of the ISA level*
23. Задачи операционной системы и ее роль в многоуровневой организации компьютера / *OS tasks and function in the multilevel computer organization*
24. Реализация страничной организации памяти / *Virtual memory implementation*
25. Методы организации ввода-вывода / *Memory-mapped I/O and Port-mapped I/O*
26. Ассемблер. Роль ассемблера в многоуровневой структуре компьютера / *Assembler and its role in multilevel computer organization*
27. Ассемблирование в два прохода. Таблица символьных имен / *Two-pass Assembly. Symbol table*
28. Таксономия Флинна / *Flinn's taxonomy*
29. Закон Амдала. / *Amdal's law*
30. Свойства квантового бита / *Properties of quantum bit*
31. Квантовая запутанность. Свойства и применение запутанных квантовых состояний в квантовых компьютерах. / *Entanglement. Properties of entangled objects. Application in quantum computing*

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы, возможно с незначительными неточностями в определении понятий, процессов и т.п. Студент работал на практических занятиях и выполнил все тестовые задания как минимум на 80%.
не зачтено	Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы, так и на наводящие вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий и не выполнил тестовые проверочные задания.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Бурланков Дмитрий Евгеньевич. Введение в архитектуру вычислительных систем. Микропроцессоры и память : учеб.-метод. пособие для студентов ННГУ обучающихся по направлению подготовки 09.03.02 "Информ. системы и технологии" / ННГУ. - Н. Новгород : [б. и.], 2017 (Тип. ННГУ). - 76 с. - 75.00., 42 экз.
2. Таненбаум Э. Архитектура компьютера : пер. с англ. - 5-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 844 с. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Классика computer science). - ISBN 5-469-01274-3 : 533.50., 1 экз.
3. Таненбаум Э. Архитектура компьютера = Structured computer organization / [пер. с англ. Е. Матвеев]. - 6-е изд. - СПб. : Питер, 2014. - 816 с. : ил. - (Классика computer science). - ISBN 978-5-496-00337-7 : 1022.00., 1 экз.

4. Таненбаум Э. Современные операционные системы : пер. с англ. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2005. - 1038 с. - (Классика computer science). - ISBN 5-318-00299-4., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Таненбаум Э. Современные операционные системы : пер. с англ. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Питер, 2004. - 1040 с. - (Классика computer science). - ISBN 5-318-00299-4 : 375.00., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Prof. David A. Patterson. Lecture 6: Vector processing, 1998, <http://www.cs.berkeley.edu/~pattsrn/252S98/Lec06-vector.pdf>
2. Overview of recent supercomputers <https://www.top500.org/>
3. Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manuals
4. ARM Architecture Reference Manual. https://www.scss.tcd.ie/~waldroj/3d1/arm_arm.pdf
5. List of Intel CPU microarchitectures. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_CPU_microarchitectures
6. Intel 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual: Volume 2A: Instruction Set Reference, A-M (PDF). Intel Corporation. September 2016.
7. Intel 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual: Volume 2B: Instruction Set Reference, N-Z (PDF). Intel Corporation. September 2016.
8. AMD64 Architecture Programmer's Manual: Volume 3: General-Purpose and System Instructions (PDF). Advanced Micro Devices. November 2017.
9. "Intel Architecture Instruction Set Extensions Programming Reference" (PDF). Intel. July
10. PCI Configuration mechanism #1. <http://wiki.osdev.org>
11. CA Navarro, N Hitschfeld-Kahler, L Mateu A survey on parallel computing and its applications in data-parallel problems using GPU architectures, 2013.
12. IBM Q Experience
13. Ashley Montarano. Quantum algorithms: an overview. Nature Research journals. npj Quantum Information volume2, Article number: 15023 (2016) <https://www.nature.com/articles/npjqi201523>
14. Simon C. Benjamin, Jason M. Smith Viewpoint: Driving a Hard Bargain with Diamond Qubits. Phys. Rev. Lett. 107, 150503 (2011).
15. Christian Dickel. How to make artificial atoms out of electrical circuits. Part 1: Superconductivity saves the day. Part II: Circuit quantum electrodynamics and the transmon.
16. Language-Integrated Quantum Operations: LIQUi|>
17. The Q# Programming Language. <https://docs.microsoft.com/en-us/quantum/language/?view=qsharp-preview>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Баркалов Константин Александрович, доктор технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Баркалов Константин Александрович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.