

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Working programme of the discipline

Computer architecture

Higher education level

Bachelor degree

Area of study / speciality

02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology

Focus /specialization of the study programme

General Profile

Mode of study

full-time

Nizhny Novgorod

Year of commencement of studies 2025

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	ПК-4.1: Знает типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения ПК-4.2: Знает методы и средства проектирования программного обеспечения ПК-4.3: Знает методы и средства проектирования баз данных ПК-4.4: Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения ПК-4.5: Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных	ПК-4.1: Знать: типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения. ПК-4.2: Знать: методы и средства проектирования программного обеспечения. ПК-4.3: Знать: методы и средства проектирования баз данных. ПК-4.4: Уметь: использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения. ПК-4.5: Уметь: применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных.	Собеседование	Зачёт: Задания Контрольные вопросы

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/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф
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

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. Assessment tools for ongoing monitoring of learning progress and interim certification in the discipline (module)

5.1 Model assignments required for assessment of learning outcomes during the ongoing monitoring of learning progress with the criteria for their assessment:

5.1.1 Model assignments (assessment tool - Interview) to assess the development of the competency 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

Assessment criteria (assessment tool — Interview)

Grade	Assessment criteria
pass	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
fail	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

5.2. Description of scales for assessing learning outcomes in the discipline during interim certification

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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			полном объеме	объеме, но некоторые с недочетами	с недочетами .	недочетам и, выполнен ы все задания в 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

Scale of assessment for interim certification

Grade		Assessment criteria
pass	outstanding	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "outstanding", the knowledge and skills for the relevant competencies have been demonstrated at a level higher than the one set out in the programme.
	excellent	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "excellent",
	very good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "very good",
	good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "good",
	satisfactory	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "satisfactory", with at least one competency developed at the "satisfactory" level.
fail	unsatisfactory	At least one competency has been developed at the "unsatisfactory" level.
	poor	At least one competency has been developed at the "poor" level.

5.3 Model control assignments or other materials required to assess learning outcomes during the interim certification with the criteria for their assessment:

5.3.1 Model assignments (assessment tool - Assignments) to assess the development of the competency 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.

Assessment criteria (assessment tool — Assignments)

Grade	Assessment criteria
pass	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%.
fail	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 Model assignments (assessment tool - Control questions) to assess the development of the competency 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

Assessment criteria (assessment tool — Control questions)

Grade	Assessment criteria
pass	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%.
fail	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/~pattnsn/252S98/Lec06-vector.pdf>
2. Overview of resent 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/специальности 02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology.

Author(s): Баркалов Константин Александрович, доктор технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Баркалов Константин Александрович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.