

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**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол от

«16» июня 2021 г. № 8

## **Рабочая программа дисциплины**

**Архитектура вычислительных систем**

(наименование дисциплины (модуля))

**Бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

**Направление подготовки**

**09.03.04 Программная инженерия**

**Направленность образовательной программы**

**Разработка программно-информационных систем**

**Форма обучения**

**очная**

Нижегород

2021 год

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина <b>Б1.О.11 Архитектура вычислительных систем</b> относится к обязательной части ООП направления подготовки <b>09.03.04. Программная инженерия</b> .

## 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	
<i>ОПК 3-Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</i>	<i>ОПК-3.1. Знает принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.</i>	<i>ЗНАТЬ уровни абстракции вычислительной системы; архитектуру современных ЭВМ; архитектуру системы команд; микроархитектуру центрального процессора; архитектуру системы памяти; архитектуру подсистемы ввода-вывода.</i>	<i>Собеседование</i>
	<i>ОПК-3.2. Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.</i>	<i>УМЕТЬ оценивать производительность реализаций алгоритмов и объяснять причины наблюдаемых показателей. анализировать код программы на языке ассемблера. ВЛАДЕТЬ навыками работы с кодом на языке ассемблера и эффективного использования возможностей вычислительной системы при программировании на языках высокого уровня.</i>	<i>Практическое задание</i>

ПК-4. Способен применять методологии и средствами разработки программного обеспечения	ПК-4.1. Знает современные методологии и технологии разработки ПО	Знать основные методологии и технологии разработки ПО	Собеседование
	ПК-4.2. Умеет использовать современные технологии и средства разработки ПО	Уметь применять средства разработки ПО	Контрольная работа
	ПК-4.3. Имеет навыки использования современных технологий разработки ПО	Владеть навыками работы в интегрированной среде разработки ПО	Контрольная работа

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>66</b>
- занятия лекционного типа	48
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР)	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>42</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего	
Введение в архитектуру вычислительных систем	6	5	1		6	
Цифровой логический уровень	11	6	1		7	4
Уровень микроархитектуры	14	8	2		10	4

Уровень архитектуры набора команд	18	6	4		10	8
Уровень операционной системы	12	6	2		8	4
Ассемблер	18	8	2		10	8
Параллельные вычислительные системы	14	6	2		8	6
Введение в квантовые компьютеры	13	3	2		5	8
Текущий контроль (КСР)	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>48</b>		<b>16</b>	<b>66</b>	<b>42</b>

Практические занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: разработку архитектуры программ

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 10 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

практических навыков в соответствии с профилем ОП:

- Формирование требований к информатизации и автоматизации прикладных процессов, формализация предметной области проекта; проектирование программно- аппаратных средств в соответствии с техническим заданием; применение современных инструментальных средств при разработке программного обеспечения; документирование компонентов информационной системы на стадии жизненного цикла

- компетенций – ОПК-3, ПК-4.

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях лабораторного типа.

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

##### ***Виды самостоятельной работы студентов***

Предполагаются следующие виды самостоятельной работы студентов:

- Изучение учебной литературы (см. перечень образовательных материалов).
- Решение учебных задач.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс (Архитектура вычислительных систем, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=5342>), созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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 полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор навыков для	Продemonстрированы базовые навыки при	Продemonстрированы базовые навыки при	Продemonстрированы навыки при решении	Продemonстрирован творческий подход к

	ть оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	ированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	решении стандартных задач с некоторыми недочетами	решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	нестандартных задач без ошибок и недочетов.	решению нестандартных задач.
--	---	--	--	---	---	---	------------------------------

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
1. RISC и CISC, примеры	ОПК-3
2. Структура машины фон-Неймана	ОПК-3
3. Закон Мура	ОПК-3
4. Аппаратная база цифрового логического уровня компьютеров поколений вычислительной	ОПК-3
5. Архитектура компьютера	ОПК-3
6. Параллелизм на уровне команд	ОПК-3
7. Параллелизм на уровне процессора	ОПК-3

8. Методы представления отрицательных двоичных чисел. Двоичная арифметика	ОПК-3
9. Типы модулей памяти	ОПК-3
10. Шины. ISA, PCI, PCIe	ОПК-3
11. Синхронизация шины. Арбитраж шины	ОПК-3
12. Типы базовых вентиляей	ОПК-3
13. Комбинаторные схемы	ОПК-3
14. Арифметические схемы	ОПК-3
15. Тактовые генераторы	ОПК-3
16. Защелки. Триггеры. Регистры	ОПК-3
17. Организация центрального процессора Intel Core	ОПК-3
18. Организация ARM SOC процессоров. Примеры	ОПК-3
19. Процессоры для встраиваемых систем. Примеры	ОПК-3
20. Тракт данных для архитектуры Mic-1	ОПК-3
21. Микрокоманды Mic-1	ОПК-3
22. Методы повышения производительности микроархитектуры на примере Mic-1	ОПК-3
23. Кэш-память	ОПК-3
24. Методы предсказания переходов	ОПК-3
25. Обработка с изменением последовательности и переименование регистров	ОПК-3
26. Спекулятивное исполнение	ОПК-3
27. Характеристики уровня архитектуры набора команд	ОПК-3
28. Архитектура x86 на примере последнего процессора Intel Core	ОПК-3
29. Расширения системы команд архитектуры x86	ОПК-3
30. Архитектура набора команд ARM	ОПК-3
31. Архитектура набора команд встроенного процессора	ОПК-3
32. Задачи операционной системы и ее роль в многоуровневой организации компьютера	ОПК-3
33. Реализация страничной организации памяти	ОПК-3
34. Методы организации ввода-вывода	ОПК-3

35. Ассемблер. Роль ассемблера в многоуровневой структуре компьютера	ОПК-3
36. Ассемблирование в два прохода. Таблица символьных имен	ОПК-3
37. Компонировка и загрузка программы. Структура объектного модуля	ОПК-3
38. Таксономия Флинна	ПК-4
39. Предельные показатели повышения производительности для различных видов параллельных вычислений	ПК-4
40. Закон Амдала	ПК-4
41. Свойства квантового бита	ПК-4
42. Квантовая запутанность. Свойства и применение запутанных квантовых состояний в квантовых компьютерах	ПК-4
43. Типы кубитов и их применение в текущем поколении квантовых компьютеров	ПК-4

### 5.2.2. Типовые задания

#### для оценки сформированности компетенции ОПК-3

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.

#### для оценки сформированности компетенции ПК-4

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.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Новожилов, О. П. Архитектура ЭВМ и систем в 2 ч. Часть 1. — М.: Издательство Юрайт, 2020. — 276 с. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/455613>
2. Новожилов, О. П. Архитектура ЭВМ и систем в 2 ч. Часть 2. — М.: Издательство Юрайт, 2020. — 246 с. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/455614>
3. Новожилов, О. П. Архитектура эвм и систем : учебное пособие для академического бакалавриата. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 527 с. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/412746>
4. Толстобров, А. П. Архитектура ЭВМ: учебное пособие для вузов. — М.: Издательство Юрайт, 2020. — 154 с. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/447416>
5. Гуров В., Чуканов В. Архитектура и организация ЭВМ. <http://www.intuit.ru/studies/courses/60/60/info>
6. Гуров В. Архитектура микропроцессоров. <http://www.intuit.ru/studies/courses/604/460/info>
7. Кудин А.В., Линёв А.В. Архитектура и операционные системы параллельных вычислительных систем. Нижний Новгород, 2007. <http://www.unn.ru/books/resources.html>

### б) дополнительная литература:

1. Бастраков С., Гургель В., Горшков А., Козинев Е., Линев А., Мееров И., Сиднев А., Сыроев А. Введение в принципы функционирования и применения современных мультиядерных архитектур (на примере Intel Xeon Phi). <http://www.intuit.ru/studies/courses/10611/1095/info>
2. Северов Д. Архитектура вычислительных систем и язык ассемблера. <http://www.intuit.ru/studies/courses/535/391/info>

### в) Интернет-ресурсы

1. David A. Patterson. Lecture 6: Vector processing, 1998, <http://www.cs.berkeley.edu/~pattarn/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](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](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 2013.
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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и лабораторного типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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 **09.03.04 Программная инженерия**.

Автор (ы) \_\_\_\_\_ д. ф.-м. н., профессор Турлапов В.Е  
 \_\_\_\_\_ Мартынова Е.М.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.П.Гергель

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики  
 от 2 июня 2021 года, протокол № 8