

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 Ученого совета ННГУ
от 30.11.2022 г. протокол № 13

Рабочая программа дисциплины

Архитектура вычислительных систем

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование и вычислительная математика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 г.

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части.

Код дисциплины **Б1.О.12.**

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.12 «Архитектура вычислительных систем» относится к обязательной части ООП направления подготовки <i>01.03.02 Прикладная математика и информатика</i> .

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**	
ОПК-2 <i>Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач</i>	ОПК-2.1. <i>Знает математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.</i>	Знать: - уровни абстракции вычислительной системы; - архитектуру современных ЭВМ; - архитектуру системы команд; - микроархитектуру центрального процессора; - архитектуру подсистемы памяти; - архитектуру подсистемы ввода-вывода.	<i>Контрольная работа</i>
	ОПК-2.2. <i>Умеет осуществлять выбор и адаптацию математических методов и программного обеспечения для разработки и реализации алгоритмов решения задач в области профессиональной деятельности.</i>	Уметь: - анализировать код программы на языке ассемблер; - выявлять возможные причины низкой производительности программ.	<i>Разноуровневые задачи и задания</i>
	ОПК-2.3. <i>Имеет практический опыт применения математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.</i>	Владеть: навыками работы с кодом на языке ассемблера и эффективного использования возможностей вычислительной системы при программировании на языках высокого уровня.	<i>Контрольная работа</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	49
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	59
Промежуточная аттестация – зачет	0

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Основные понятия и определения	6	2	2	0	4	2
Архитектура системы команд	20	4	4	0	8	12
Однопортовый упорядоченный конвейер команд.	16	6	2	0	8	8
Параллелизм уровня инструкций (ILP)	15	4	2	0	6	9
Динамическое планирование	12	4	2	0	6	6
Дополнительные свойства ЦП	6	2	0	0	2	4
Динамическое предсказание ветвлений	12	4	2	0	6	6
Архитектура памяти.	12	4	2	0	6	6
Архитектура подсистемы ввода-вывода	8	2	0	0	2	6
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет	0					
Итого	108	32	16	0	49	59

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

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 16 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: работы с кодом на языке ассемблера и эффективного использования возможностей вычислительной системы при программировании на языках высокого уровня.
- компетенций – ОПК-2.

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах контрольных работ на занятиях лекционного типа и решения разноуровневых задач на занятиях семинарского типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Изучение литературы и проработка теоретического материала лекционных занятий.

Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

1. А.В. Кудин, А.В. Линёв. Архитектура и операционные системы параллельных вычислительных систем. Нижний Новгород, 2007.

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

2. С.Бастраков, В.Гергель, А.Горшков, Е.Козинов, А.Линев, И.Мееров, А.Сиднев, А.Сысоев. Введение в принципы функционирования и применения современных мультядерных архитектур (на примере Intel Xeon Phi). <http://www.intuit.ru/studies/courses/10611/1095/info>

3. В.Гуров, В.Чуканов. Архитектура и организация ЭВМ. <http://www.intuit.ru/studies/courses/60/60/info>

4. В.Гуров. Архитектура микропроцессоров. <http://www.intuit.ru/studies/courses/604/460/info>

5. Д.Северов. Архитектура ЭВМ и язык ассемблера. <http://www.intuit.ru/studies/courses/535/391/info> Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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 ошибки.	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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося-	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания,	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами,	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без

	ся от ответа	ошибки.	но не в полном объеме.	полном объеме, но некоторые с недочетами.	некоторые с недочетами.	выполнены все задания в полном объеме.	недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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 некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 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. Фон-Неймановская модель компьютера.	ОПК-2
2. Этапы обработки инструкций в ЦП.	ОПК-2
3. Уравнение производительности ЦП.	ОПК-2
4. Метрики производительности.	ОПК-2
5. Классификация архитектур систем команд по типу программируемых мест хранения.	ОПК-2
6. Режимы адресации ЦП.	ОПК-2
7. Кодирование инструкций.	ОПК-2
8. CISC и RISC.	ОПК-2

9. Принцип конвейерной обработки инструкций.	ОПК-2
10. Структурные конфликты в конвейере ЦП.	ОПК-2
11. Конфликты данных в конвейере ЦП.	ОПК-2
12. Конфликты управления в конвейере ЦП.	ОПК-2
13. Статические методы обработки условных переходов.	ОПК-2
14. Параллелизм уровня инструкций.	ОПК-2
15. Обработка исключения конвейером.	ОПК-2
16. Расширение конвейера для обработки вещественных операций.	ОПК-2
17. Динамическое планирование с использованием Табло.	ОПК-2
18. Динамическое планирование с использованием алгоритма Томасуло.	ОПК-2
19. Суперскалярность.	ОПК-2
20. (Очень) длинное командное слово (V)LIW.	ОПК-2
21. Векторные расширения.	ОПК-2
22. Буфер целей переходов. Буфер предсказания ветвлений. Алгоритм Смита.	ОПК-2
23. Двухуровневый механизм динамического предсказания ветвлений с учетом корреляции.	ОПК-2
24. Уровни иерархии памяти. Кеширование.	ОПК-2
25. Принцип локальности. Два вида локальности.	ОПК-2
26. Виды кэша по типу отображения.	ОПК-2
27. Политики замещения в кэше.	ОПК-2
28. Стратегии записи в кэш.	ОПК-2
29. Классификация многопроцессорных систем.	ОПК-2
30. Способы обеспечения когерентности кэша в многопроцессорной системе.	ОПК-2

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Напишите на языках программирования C и псевдоассемблер код, решающий следующую задачу: из двух данных чисел выбрать наименьшее.

2. Напишите на языках программирования C и псевдоассемблер код, решающий следующую задачу: найти максимальное значение в массиве.

3. Рассчитайте время выполнения предлагаемого варианта программы и предложите ее улучшенный вариант.

Характеристики конвейера

Количество стадий: 5

Пересылка: нет

Степень вычисления адреса перехода: EX (доступен после стадии MEM)

Предсказание условного перехода: не производится

```

inti,sum,a[10];           200   i
sum=0;                    204   sum
for(i=0;i<10;i++){      208   a[0]
sum += a[i];              ...
}                          244   a[9]

```

Предлагаемый вариант

```

0   MOV R0, 0
4   ST   R0, [204]
8   ST   R0, [200]
12  CMP R0, 40
16  JGE 44

```

20 LD R1, [204]
24 LD R2, [R0+208]
28 ADD R1, R2
32 ST R1, [204]
36 ADD R0, 4
40 JMP [12]
44 No Operation

5.2.3. Пример контрольной работы для оценки сформированности компетенции ОПК-2

Вариант 1

Задание 1

Структурные конфликты в конвейере ЦП.

Задание 2.

Постройте диаграмму выполнения указанного кода на процессоре, использующем Табло.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. В.Гуров, В.Чуканов. Архитектура и организация ЭВМ.

<http://www.intuit.ru/studies/courses/60/60/info>

2. В.Гуров. Архитектура микропроцессоров.

<http://www.intuit.ru/studies/courses/604/460/info>

3. А.В. Кудин, А.В. Линёв. Архитектура и операционные системы параллельных вычислительных систем. Нижний Новгород, 2007.

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

б) дополнительная литература:

1. С.Бастраков, В.Гергель, А.Горшков, Е.Козин, А.Линев, И.Мееров, А.Сиднев, А.Сысоев. Введение в принципы функционирования и применения современных мультиядерных архитектур (на примере Intel Xeon Phi).

<http://www.intuit.ru/studies/courses/10611/1095/info>

2. Д. Северов. Архитектура ЭВМ и язык ассемблера.

<http://www.intuit.ru/studies/courses/535/391/info>

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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные техническими средствами, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор С.Н. Карпенко

А.В. Линев

Заведующий кафедрой В.П. Гергель

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 30.11.2022 года, протокол № 3