**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение   
высшего профессионального образования   
"Национальный исследовательский университет**

**"Высшая школа экономики"**

Факультет информационных технологий и вычислительной техники

Департамент компьютерной инженерии

**Рабочая программа дисциплины** «**Вычислительные системы»**

для образовательной программы "Информатика и вычислительная техника"

направления подготовки 09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"

уровень магистр

Разработчик(и) программы

Е.М. Иванова, кандидат технических наук, emivanova@hse.ru

Одобрена на заседании департамента компьютерной инженерии 31 августа 2015 г.

Руководитель департамента В.А. Старых \_\_\_\_\_\_\_\_

Рекомендована Академическим советом образовательной программы

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г., № протокола\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Утверждена «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г.

Академический руководитель образовательной программы

А.В. Вишнеков \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Москва, 2015

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.*

# Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления 230100.68 "Информатика и вычислительная техника" подготовки магистра.

Программа разработана в соответствии с:

1. Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры)от 30 октября 2014 г. N 1420. http://www.hse.ru/ma/system/documents

2) Образовательной программой НИУ ВШЭ по направлению 230100.68 «Информатика и вычислительная техника» подготовки магистра (магистерская программа/специализация «Информационные системы и компьютерные сети»)

1. Базовым учебным планом НИУ ВШЭ Московского института электроники и математики по направлению 09.04.01. "Информатика и вычислительная техника" подготовки магистра (магистерская программа «Компьютерные системы и сети»), утвержденным 10 июня 2014г. http://asav.hse.ru/basicplans.html?login=web&password=web&faculty=&regdepartment
2. Рабочим учебным планом НИУ ВШЭ НИУ ВШЭ Московского института электроники и математики по направлению 09.04.01. "Информатика и вычислительная техника" подготовки магистра (магистерская программа «Компьютерные системы и сети» и магистерская программа/специализация «Компьютерное моделирование в технике и технологиях»), и магистерская программа/специализация «Компьютерное моделирование в технике и технологиях»), утвержденным 16 апреля 2015г. http://www.hse.ru/ma/system/documents

# Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины «Вычислительные системы (ВС[[1]](#footnote-1))»:

* дать студентам представление о принципах построения, проектирования, функционирования и использования современных вычислительных систем;
* привить студентам навыки исследовательской работы, предполагающей самостоятельное изучение рабочей документации, специфических инструментов и программных средств, позволяющих смоделировать работу ВС или её частей.

# Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

***Знать:***

* Основные архитектурные принципы функционирования современных ВС, их отдельных устройств и блоков;
* Современные тенденции развития внутрипроцесорной архитектуры и организации ВС,
* Основные характеристики и рабочие возможности ВС разных классов и архитектур, их области применения;
* Особенности системы команд ВС.

***Уметь:***

* выбирать комплект технических и программных средств для решения задач разных классов;
* грамотно объяснять выбор машины или системы той или иной архитектуры для решения задач определенного класса;
* собирать и анализировать исходные данные для проектирования или выбора ВС.

***Приобрести опыт:***

* в моделировании работы основных архитектурных блоков ВС,
* составлении технического задания (ТЗ) по разработке ВС с заданными характеристиками,
* в использовании программных пакетов, позволяющих изучать принципы организации и функционирования ВС.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

| Компетенция | Код по ФГОС/ НИУ | Степень формирования компетенции | Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата) | Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Способен свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения | ОК-3 | 3. РБ  2. СД  3. МЦ | 1.1. Способен определить назначение технического описания ПО, нормативной документации и методических указаний к выполнению работы.  1.2. Способен дать определение понятий из учебных пособий и материалов сайтов, использованных при подготовке к тестированию  1.3. Понимает терминологию, алгоритмы и схемы, опираясь на материалы из имеющихся источников (русско- и англоязычных).  2.1. Демонстрирует результаты анализа и расчётов, выполненных согласно изученному техническому описанию, ПО, нормативной документации и методическим указаниям.    3.1. Анализирует потребности в ходе выполнения задания и необходимость в использовании дополнительных источников: ПО, учебных пособий и интернет-сайтов (в том числе и на иностранных языках), демонстрирует использование новых материалов и дополнительных опций в работе. | Курс лекций, включающий ссылки на используемое ПО, нормативную документацию и методические указания с использованием наглядных примеров и схем, предлагаемых в виде презентаций. Сопровождение дисциплины в системе LMS, где размещаются полезные ссылки на русскоязычные и англоязычные материалы по теории и практическим вопросам. Выполнение практических заданий с дублированием заданий в системе LMS для самостоятельного изучения методических указаний и самостоятельного выполнения заданий. Побуждение к самостоятельному поиску дополнительных материалов по изучаемым темам путём увеличения балльных оценок за выполненную работу с учётом ссылок на самостоятельно найденные материалы / источники / ресурсы. Защита выполненных работ с демонстрацией полученных результатов и освоенных методик. Проведение контрольно-тестовых мероприятий. |
| Способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности | ОК-6 | 1. РБ  2. СД  3. МЦ | 1.1. Верно понимает определения различных понятий и схем, полученные из предлагаемых и иных источников.  1.2. Способен воспроизвести определения, примеры и схемы из материалов дисциплины.  1.3. Демонстрирует верную последовательность вычислений, расчётов, запуска и использования ПО согласно изученным алгоритмам и методикам.  1.4. Воспроизводит схемы, графики и формулы изученные в ходе лекционных и практических занятий.  2.1. Представляет результаты своих расчётов в виде наглядных таблиц, схем и отчётов  2.2. Демонстрирует использование информационных возможности современного общества (интернет): электронных библиотек, сервисов, журналов и др. ресурсов для освоения раздела дисциплины, получения новой информации или дополнительных умений.  2.3. Умеет найти информацию в глобальных компьютерных сетях на заданную тему, используя надёжные и достоверные источники.  3.1. Принимает самостоятельное решение о ценности, необходимости, важности и надёжности найденной информации пропорционально затрачиваемому времени на её поиск в условиях ограниченности временных рамок. | Курс лекций, включающий ссылки на материалы для самостоятельного изучения. Сопровождение дисциплины в системе LMS, где размещаются полезные ссылки на дополнительные источники информации по теории и практическим вопросам. Выполнение самостоятельных заданий, размещённых в системе LMS при помощи самостоятельно изученных методических указаний и дополнительных материалов. Побуждение к самостоятельному поиску дополнительных материалов по изучаемым темам путём увеличения балльных оценок за выполненную работу с учётом ссылок на самостоятельно найденные материалы / источники / ресурсы. Защита выполненных работ с демонстрацией самостоятельно найденной информации. Проведение контрольно-тестовых мероприятий. |
| Способен к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями магистерской программы | ОК-7 | 1. РБ  2. СД  3. МЦ | 1.1. Способен определить назначение технического описания, ПО, нормативной документации и методических указаний к выполнению работы.  2.1. Демонстрирует использование компьютера, Интернет-ресурсов и материалов по дисциплине для выполнения вычислений, моделирования и других видов практических заданий.    3.1. Анализирует потребности в ходе выполнения задания и необходимость в дополнительном освоении оборудования, технологий и Интернет-ресурсов, (в том числе и на иностранных языках) в условиях ограниченности временных рамок, демонстрирует использование приобретённых навыков и умений в работе. | Выполнение практических заданий по методическим указаниям, с использованием технического описания, ПО и нормативной документации. Защита выполненных работ с демонстрацией полученных результатов и освоенных методик. Проведение контрольно-тестовых мероприятий. |
| Применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых и  информационных технологий | ПК-1 | 1. РБ  2. СД  3. МЦ | 1.1. Демонстрирует знание используемых в ходе изучения дисциплины ПО, технического описания, нормативной документации, методических указаний и интернет ресурсов.  2.1. Применяет полученные в ходе изучения дисциплины знания и навыки для решения профессиональных задач.  2.2. Демонстрирует понимание новейших тенденций развития вычислительной техники и использование  информационных технологий.  3.1. Оценивает необходимые усилия, и требуемые дополнительные знания и навыки по выполнению поставленной задачи и самостоятельного освоения незнакомого материала. | Курс лекций, включающий результаты перспективных методов исследования. Сопровождение дисциплины в системе LMS, где размещаются полезные ссылки на дополнительные источники информации по теории и практическим вопросам. Выполнение заданий, использующих новые информационные технологии. Побуждение к самостоятельному поиску дополнительных материалов по изучаемым темам путём увеличения балльных оценок за выполненную работу с учётом ссылок на самостоятельно найденные материалы / источники / ресурсы. Защита выполненных работ с демонстрацией самостоятельно найденной информации. Проведение контрольно-тестовых мероприятий. |
| На основе знания педагогических приёмов принимать непосредственное участие в учебной работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления "Информатика и вычислительная техника" | ПК-2 | 1. РБ  2. СД  3. МЦ | 1.1. Понимает основные направления учебной работы кафедр и других учебных подразделений по профилю направления "Информатика и вычислительная техника".  2.1. Демонстрирует участие в учебной работе путём разработки планов лекционных и самостоятельных занятий, методик выполнения лабораторно-практических работ, тематик междисциплинарных курсовых работ, тем ВКР, для бакалавров по профилю направления "Информатика и вычислительная техника".  3.1. Участвует в конкурсах для повышения своей самооценки, профессиональной грамотности и улучшения материального положения. | Изучение ФГОС, учебных планов и рабочих программ, размещённых на сайте НИУ ВШЭ по профилю направления "Информатика и вычислительная техника". Участие в составлении методических пособий, КИМ, в проведении занятий для бакалавров по профилю направления "Информатика и вычислительная техника". |
| Формировать технические задания и участвовать в разработке аппаратных и/или программных средств вычислительной техники | ПК-4 | 1. РБ  2. СД  3. МЦ | 1.1. Знает основные этапы проектной деятельности по разработке аппаратных и/или программных средств вычислительной техники.  2.1. Способен cформировать техническое задание по разработке аппаратных и/или программных средств вычислительной техники.  3.1. Приобретает практические навыки для выполнения ВКР. | Изучение ГОСТов и другой нормативной документации по этапам проектирования аппаратных и/или программных средств вычислительной техники. Формирование технического задания, участие в разработке аппаратных и/или программных средств (в том числе и в рамках НИР) |

# Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к базовой части дисциплин профессионального цикла, обеспечивающих подготовку магистра. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

* Основы построения программно-аппаратного обеспечения вычислительных систем и сетей
* Информационные системы и технологии

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

* знание ПК на уровне продвинутого пользователя,
* умение ориентироваться в глобальных компьютерных сетях,
* понимание принципов организации и функционирования основных блоков ЭВМ и ВС,
* знание различных систем счисления,
* знание принципов хранения данных и различных типов в памяти компьютера,
* знание основ построения алгоритмов.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

# Проектирование корпоративных информационных систем

# Системы управления информационной безопасностью

# Методология и технология разработки корпоративных обучаемых экспертных систем

# Оборудование сетей ЭВМ и телекоммуникационных систем

# Моделирование компьютерных сетей и телекоммуникационных систем

# Проектирование и управление компьютерными сетями

# Проектирование беспроводных сетей и мобильных систем

# Архитектура и интеграция корпоративных информационных систем

# Тематический план учебной дисциплины

| № | Название раздела | Всего часов | Аудиторные часы | | Самостоя­тельная работа |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лекции | Семинар/ Практ. занятия |
|  | Введение: план работы по модулям дисциплины, контрольные мероприятия, виды учебной работы департамента ДКИ по профилю направления "Информатика и вычислительная техника" | 10 | 2 | - | 8 |
|  | Понятие ВС: технико-эксплуатационные характеристики ВС, понятие архитектуры ВС и его составляющих (микроархитектура, архитектура системы команд, типы данных) | 58 | 8 | 20 | 30 |
|  | Классификация ВС, примеры видов ВС | 29 | 4 | 6 | 19 |
|  | Развитие ВС, пути совершенствования микроархитектуры и технико-эксплуатационных характеристик ВС | 56 | 6 | 20 | 30 |
|  | Проектирование аппаратных и программных средств вычислительной техники: этапы, методы, технологии, средства и системы | 17 | 3 | 6 | 8 |
|  | Подготовка к итоговому контролю (экзамену) | 20 | - | - | 20 |
|  | Итого: | 190 | 23 | 52 | 115 |

# Формы контроля знаний студентов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип контроля | Форма контроля | 1 год (2, 3 модули)  неделя | Кафедра | Параметры \*\* |
| текущий | Защита лабораторно-практических работ | | | |
| практ. р-ты №1 | 1Я – 2Я | ДКИ | Написание отчёта о проделанной работе по шаблону, оговоренному в методических пособиях. Устная беседа с преподавателем с ответом на вопросы из методических пособий.  Оценивается в присутствии студента по десятибалльной шкале. |
| практ. р-ты №2 | 3Я – 4Я | ДКИ |
| практ. р-ты №3 | 5Я – 6Я | ДКИ |
| практ. р-ты №4 | 9Я –10Я | ДКИ |
| практ. р-ты №5 | 11Я – 12Я | ДКИ |
| практ. р-ты №6 | 13Я – 14Я | ДКИ |
| Опрос по лекциям | 1Я – 21Я неделя | ДКИ | Тестирование в системе LMS. Оценивается заочно по десятибалльной шкале. |
|  |
| Выполнение домашнего задания | 3 Й модуль | ДКИ | Написание отчёта о проделанной работе. Устная беседа с преподавателем с ответом на вопросы. Оценивается в присутствии студента по десятибалльной шкале. |
| Промежу­точный | Экзамен |  | ДКИ | Устный экзамен  Оценивается в присутствии студента по десятибалльной шкале. |
| Итоговый | Экзамен | 2,3 модуль | ДКИ | Устный экзамен  Оценивается в присутствии студента по десятибалльной шкале. |

## 6.1. Критерии оценки знаний, навыков

Текущий контроль состоит в защите студентом практических работ с применением компьютеров, сдаче отчёта о выполненном самостоятельно домашнем задании.

Методические пособия по **выполнению практических работ** доступны в электронной форме в компьютерном классе, предназначенном для проведения практических работ и дополнительно выкладываются на странице дисциплины в LMS.

При защите каждой лабораторно-практической работы студент должен:

* продемонстрировать результаты выполнения вычислений или моделирующих программ;
* пояснить исследуемый вопрос;
* продемонстрировать знание теории (уметь ответить на вопросы).

Изложение должно быть четким и последовательным.

**Итоговый контроль** состоит в сдаче устного экзамена. Билет содержит 2 теоретических вопроса по курсу лекций и учебнику [1,2] и материалам практических работ. При ответе на вопросы экзаменационного билета студент должен продемонстрировать знание предметной области и разделов, изучаемых в рамках дисциплины, чёткость и грамотность изложения материала, приводить примеры.

# 6.2. Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает работу студентов на практических занятиях и самостоятельную работу по подготовке к каждому занятию. На оценку текущего контроля (за практическую или контрольную работу) влияет:

* правильность выполнения работы;
* грамотность, аккуратность, понятность и последовательность изложения материала в отчётах по выполнению практических работ;
* знание базовых определений и терминов.

Оценки за работу на семинарских и практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка ОН определяется по 10-ти балльной шкале по результатам текущего контроля (практические занятия, контрольные работы, домашняя работа) перед итоговым контролем и объявляется на последнем практическом занятии. Накопленная оценка формируется из оценок текущего контроля отдельно для модулей 2 и 3 (ОН2, ОН3).

ОН2 = 0,2×ОПР1 + 0,2×ОПР2 + 0,2×ОПР3+ 0,4×ОЛЕКЦ.

ОН3 = 0,15×ОПР4 + 0,15×ОПР5 + 0,15×ОПР6 + 0,25×ОЛЕКЦ + 0,3×ОДЗ.

Для студентов, получивших накопленную оценку отлично (8-10 баллов), экзамен отменяется, а результирующая оценка ставится равной накопленной:

МОДУЛЬ 2: ОРЕЗ 2 = ОН 2.

Во всех остальных случаях, результирующая оценка складывается из накопленной оценки (удельный вес которой составляет kН = 0,5) и оценки за итоговый контроль (экзамен), удельный вес kЭ = 0,5.

ОРЕЗ 2 = 0,5 × ОЭКЗ 2 + 0,5 × ОН 2

В зачётную ведомость ставится результирующая оценка по учебной дисциплине ОРЕЗ 2,

МОДУЛЬ 3

Т.к. третий модуль – заключительный для освоения дисциплины, то его результаты являются подведением итогов в работе студентов. В итоговой оценке за дисциплину (она же оценка за 3 модуль) учитывается и полученная результирующая оценка за модуль 2.

ОНАКОПЛ. ИТОГ. = 0,5×ОРЕЗ 2 + 0,5×ОН3

Для студентов, получивших накопленную итоговую оценку отлично (8-10 баллов), итоговый экзамен отменяется, а результирующая оценка по дисциплине ставится равной итоговой накопленной. Во всех остальных случаях, результирующая оценка складывается из накопленной оценки (удельный вес которой составляет kН = 0,5) и оценки за итоговый контроль (экзамен), удельный вес kЭ = 0,5.

ОРЕЗ 3 = ОНАКОПЛ. ИТОГ.  *или* ОРЕЗ 3 = 0,5×ОЭКЗ 3 + 0,5×ОНАКОПЛ. ИТОГ.

В зачётную ведомость ставится результирующая оценка по учебной дисциплине ОРЕЗ 3.

Студент может получить возможность пересдать низкие результаты за текущий контроль, но не более одного раза на последнем занятии.

Способ округления накопленной оценки – арифметический.

# Содержание дисциплины

**РАЗДЕЛ 1.** Введение

**Лекции –** 2 часа. Темы: План аудиторных и самостоятельных занятий на 2 и 3 модуль изучения дисциплины, распределение заданий на практические работы, обсуждение домашнего задания, порядок проведения текущего и итогового контроля, особенности оценивания выполненных заданий, виды учебной работы ДКИ по профилю направления "Информатика и вычислительная техника"

**Практические занятия –** 2 часа. Темы: обсуждение плана занятий на 2 и 3 модули, порядка проведения текущего и итогового контроля, особенностей оценивания выполненных заданий, распределение заданий на практические работы, рекомендации по использованию сайта дисциплины в системе LMS, распределение студентов по группам для участия в учебной ра-боте департамента.

**Самостоятельная работа** – 6 часов: самостоятельное изучение ФГОС высшего профессионального образования по направлению подготовки 230100.68 "Информатика и вычислительная техника", рабочего учебного плана 1 курса магистратуры на текущий учебный год, ПУД, рабочих и базовых учебных планов кафедры ВСиС ФИТиВТ, выбор направления учебной работы.

**Литература** по разделу:

* [3-7]

**Формы и методы проведения занятий** по разделу, применяемые учебные технологии: лекция и обсуждение отдельных вопросов.

**РАЗДЕЛ 2.** Понятие ВС

**Лекции –** 8 часов. Темы: Определение понятия вычислительной системы (ВС), сравнение понятий ЭВМ и ВС, исторические предпосылки создания ВС, основные технические параметры вычислительной системы (производительность, отношение производительности к стоимости, ёмкость памяти и др.), единицы измерения этих характеристик и особенности таких измерений для сложных ВС по сравнению с более простыми ЭВМ, понятие архитектуры ВС и его составляющих, многоуровневая архитектура ВС (микроархитектура, архитектура системы команд, типы данных).

**Практические занятия –** 20 часов.Темы: технико-эксплуатационные характеристики ВС, микроархитектура, типы данных, выполнение лабораторно-практических работ №1, №2, опрос по лекционному материалу.

**Самостоятельная работа** – 30 часов: изучение лекционного материала, сравнение характеристик отдельных классов ВС с использованием технической документации и Интернет-ресурсов, подготовка к опросу по темам лекций.

**Литература** по разделу:

* [1,2] – глава 1,2,4,5
* [3,8-12]
* [23-33]

**Формы и методы проведения занятий** по разделу, применяемые учебные технологии: лекции, обсуждение на семинаре, опрос, выполнение лабораторно-практических работ.

**РАЗДЕЛ 3.** Классификация ВС

**Лекции –** 4 часа. Темы: история развития ВС, классификация ВС по назначению, классификация ВС по вычислительным возможностям, сравнительные оценки различных ВС по их характеристикам, другие виды классификаций: по признакам наличия параллелизма в вычислениях, по организации памяти, по системе команд, по количеству процессоров, по способу доступа к памяти, классификация Шора, классификация параллельных ВС по организации памяти, классификация Хэндлера, Джонсона, Хокни.

**Практические занятия –** 6 часов. Темы: изучение схем ВС различных классов, выполнение лабораторно-практической работы №3, опрос по лекционному материалу.

**Самостоятельная работа** – 19 часов на изучение лекционного материала, подготовку к лабораторно-практической работе, текущему контролю (опросу).

**Литература** по разделу:

* [1,2] – глава 1,8
* [3]
* [13] – часть 5
* [14] – глава 7
* [17]
* [20]
* [37-50]

**Формы и методы проведения занятий** по разделу, применяемые учебные технологии: лекции, обсуждение на семинаре, опрос, выполнение лабораторно-практических работ.

**РАЗДЕЛ 4.** Развитие ВС

**Лекции –** 6 часов. Темы: пути совершенствования архитектуры и технико-эксплуатационных характеристик ВС: на уровне ПО, на уровне системы команд, на микроархитектурном уровне, на логическом уровне, на физическом уровне.

**Практические занятия –** 20 часов.Темы: пути совершенствования ВС на микроархитектурном уровне, выполнение лабораторно-практических работ №4-6, опрос по лекционному материалу.

**Самостоятельная работа** – 30 часов, на подготовку к выполнению лабораторно-практических работ, текущему контролю и опросу.

**Литература** по разделу:

* [1,2] – глава 2
* [3]
* [15-20]
* [34-36]

**Формы и методы проведения занятий** по разделу, применяемые учебные технологии: лекции, обсуждение на семинаре, опрос, выполнение лабораторно-практических работ.

**РАЗДЕЛ 5.** Проектирование ВС

**Лекции –** 3 часа. Темы: этапы, методы, технологии, средства и системы проектирования аппаратных и программных средств вычислительной техники

**Практические занятия –** 6 часа.Темы: Формирование технического задания по разработке аппаратных и/или программных средств вычислительной техники ВС.

**Самостоятельная работа** – 8 часов, на изучение стандартов по проектированию ПО и ВС, выполнение домашнего задания.

**Литература** по разделу:

* [3]
* [21]
* [51]

**Формы и методы проведения занятий** по разделу, применяемые учебные технологии: лекции, обсуждение на семинаре, опрос, выполнение домашнего задания.

**РАЗДЕЛ 6.** Подготовка к экзамену

**Лекции –**

**Практические занятия –**

**Самостоятельная работа** – 20 часов, на подготовку к итоговому контролю – экзамену.

**Литература** по разделу:

* [1] – [51]

**Формы и методы проведения занятий** по разделу, применяемые учебные технологии: самостоятельная подготовка к экзамену, запоминание материала и обсуждение непонятных разделов на консультации, на форумах через LMS.

# Образовательные технологии

Занятия проходят в формате

* прослушивания лекций,
* обсуждения различных вопросов на практических занятиях,
* выполнения заданий с помощью моделирующих программ, учебных пособий, справочников и Интернет-ресурсов,
* проведение опросов по изученному материалу в виде тестов в системе LMS,
* самостоятельной работы.

## Методические рекомендации преподавателю

При приёме выполненной работы студент должен продемонстрировать понимание практических и теоретических вопросов, для чего

* продемонстрировать результаты выполнения моделирующей программы, реализующей тот или иной архитектурный принцип построения или функционирования ВС, или результаты ручного счёта,
* пояснить последовательность выполнения практического задания,
* уметь ответить на вопросы, касающиеся теоретической базы данных работ [3].

При обнаружении в излагаемом студентом объяснении (расчётах) пробела или ошибки следует подробно объяснить студенту, почему излагаемое им объяснение (расчёты) являются некорректными. Работа при этом считается не выполненной. Студент может доработать задание и попробовать сдать ещё раз. Количество попыток не ограничивается, но студент должен сдать все задачи за отведённое время на практические работы (50 аудиторных часов за два модуля).

## Методические рекомендации студентам

Посещать лекции, изучать основную и дополнительную литературу по дисциплине, выполнять и защищать практические и домашнюю работы. По результатам выполнения составить отчёт по форме, указанной в методических рекомендациях [3]. При защите работ результат моделирующей программы, изучаемый архитектурный принцип или результаты собственных расчётов следует излагать подробно, последовательно и ясно. По тексту отчёта следует пояснить все этапы выполнения работы и сделанные выводы. Для защиты любой практической работы студент должен ответить на теоретические вопросы из списка, приведённого в методических пособиях [3] или пройти тест в системе LMS.

# Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

Текущий контроль состоит в приеме практических работ и домашнего задания. Каждая работа оценивается по 10-ти балльной шкале.

Практические занятия по разделу 1 считаются вводными и не оцениваются. Для всех остальных работ существуют методические указания, в которых рассмотрен порядок выполнения, форма отчётности и порядок защиты. Темы работ, задание и перечень вопросов для самоконтроля приведены в [3].

## Тематика заданий текущего контроля

**Практические работы (ПР)**

ПР №1. Порядок размещения разного типа данных в памяти компьютера.

ПР №2. Конвейеризация вычислений.

ПР №3. Поддержание когерентности памяти в многопроцессорной системе.

ПР №4. Принцип спекулятивного исполнения команд программы.

ПР №5. Принцип внеочередного исполнения команд.

ПР №6. Принцип совмещения микроопераций в многопоточном АЛУ.

**Домашнее задание**

Примерная тематика домашних работ:

1. Формирование технического задания по разработке аппаратных и/или программных средств вычислительной техники ВС.
2. ТРИЗ – теория решения изобретательских задач (задача как система, фонд 40 основных приёмов устранения противоречий, (структурный вещественно-полевой анализ; - пошаговая программа АРИЗ, достоинства и недостатки, пример из области ВС)
3. CALS(ИПИ) – технология (проектирования/производства/поддержки изделий на примере ЖЦИ ВС)
4. Российские и мировые стандарты проектирования программно-аппаратного обеспечения ВС (документы, этапы, возможность автоматизации)
5. *ГРУППОВОЕ (2-3 человека)* Разработка лабораторно-программных комплексов для подготовки бакалавров по дисциплине: «Архитектура ВС» (моделирующие программы + методика использования) по разным тематикам:

* Технология Hiper Threading (Simultaneous Multi Threading) демонстрация принципа
* Архитектура системы команд (программная модель, типы данных, форматы CISC и RISC-команд)
* Сравнение конвейеров различных процессоров
* Принципы работы блока предсказаний переходов ЦП
* ринципы отображения строк ОП в КЭШ (прямое, множественно-ассоциативное и ассоциативное)
* Принципы поиска данных в ассоциативной и адресной памяти (ОП и КЭШ)
* Принципы замещения строк в КЭШ (инклюзивный и эксклюзивный)
* Принцип прямого доступа в память при выполнении ввода/вывода
* Подсистема прерывания ВС

1. Отличительные принципы функционирования ВС класса МИМД
2. Распределение задач по ядрам многоядерного ЦП
3. Иерархия памяти, принципы поиска и обмена данными между уровнями иерархии
4. Методика оценки производительности ВС (используемые характеристики, расчётные и измеряемые величины, тесты, практические примеры)
5. Новые технологии в создании ВС:

* Оптический компьютер
* Молекулярный компьютер
* ДНК-компьютер
* Квантовые вычисления
* Нейронные сети

1. ВС на принципах, альтернативных управлению потоками команд:

* Компьютер, управляемый потоком данных

## Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Промежуточный и итоговый контроль проводится в форме устного экзамена после каждого модуля изучения дисциплины, состоящего из двух вопросов по курсу лекций. Студенты, получившие накопленную оценку отлично (ОН2 = 8-10 баллов или ОН3 = 8-10 баллов) по текущему контролю, освобождаются от экзамена.

Примерный перечень вопросов к экзамену (перечень может немного отличаться и включать некоторые дополнительные вопросы, освещённые на лекциях).

1. Многоуровневая архитектура ВС и способы совершенствования ВС на каждом уровне.
2. Понятие архитектуры системы команд
3. Особенности побайтного хранения кодов команд и кодов данных
4. Способы хранения многобайтовых элементов в памяти компьютера
5. Типы данных (операнды машинных команд): назначение, форматы, способ хранения
6. Сравнительная характеристика данных типа «целые», «ЧПЗ», «BCD»
7. Способ взаимодействия ЦП И ОП (через многоуровневую КЭШ): количество, назначение и отличие уровней
8. Организация КЭШ-памяти последнего уровня иерархии в многопроцессорной/ многоядерной ВС: достоинства и недостатки каждого из способов
9. КогерентностьКЭШей: определение, виды, способы поддержания
10. Краткая оценка и сравнительная характеристика протоколов поддержания когерентностиКЭШей
11. Достоинства протоколов поддержания когерентностиКЭШей, имеющих статус копии «в собственности»
12. Стратегии обновления строк ОП
13. Понятие ВС, Предпосылки возникновения ВС
14. Технико-эксплуатационные характеристики ВС
15. Пути совершенствование архитектуры ВС на физическом уровне
16. Сложности увеличения тактовой частоты
17. Пути совершенствование архитектуры ВС на логическом уровне
18. Пути совершенствование архитектуры ВС на микроархитектурном уровне
19. Смешанный принцип управления процессора
20. Способ выборки команд (с упреждением или с предварительной выборкой)
21. Блок предсказания переходов
22. Алгоритмы предугадывания последовательности команд.
23. Буфер адреса перехода
24. Технологии распараллеливания вычислений в процессоре: мелкая, грубая, одновременная многопоточность (гиперпоточность)
25. Аппаратные средства процессора, необходимые для реализации многопоточности
26. Способ выполнения команд (с совмещением фаз команды=конвейерная обработка): достоинства и сложности.
27. Средства избежать простоев конвейера команд
28. Повышение скорости выполнения машинных команд за счёт увеличения числа ступеней конвейера
29. Повышение скорости выполнения машинных команд за счёт уравнивания и уменьшения длительности фаз исполнения команды
30. Повышение скорости выполнения машинных команд за счёт разбиения команд на более мелкие фазы (трансляция CISC-команды в RISC-микрооперации)
31. Повышение скорости выполнения машинных команд за счёт использования блока прогнозирования ветвлений
32. Повышение скорости выполнения машинных команд за счёт изменения последовательности команд (микроопераций) в потоке
33. Повышение скорости выполнения машинных команд за счёт подмены регистров
34. Повышение скорости выполнения машинных команд за счёт спекулятивного исполнения потока команд.
35. Многозадачный режим работы ВС
36. Многопоточные процессоры
37. Сравнение разных видов многопоточности
38. Многопроцессорность/многоядерность
39. Буферы ассоциативной трансляции TLB как средство быстрого преобразования адресов для поиска данных в ОП
40. Способы отображения строк ОП в КЭШ (процент ассоциативности памяти)
41. Принцип ассоциативного поиска данных
42. Функции КЭШ-памяти
43. Методы повышения эффективности КЭШ-памяти
44. Стратегии помещения данных в КЭШ-память
45. Тип и принцип действия ЗУ
46. Характеристики схем памяти
47. Методы повышения эффективности/производительности схем ОП
48. Выборка из ОП широким словом
49. Многоканальный режим работы схем памяти
50. Расслоение памяти
51. Обеспечение режима бесконфликтного обращения к банкам памяти
52. Использование буферизации передаваемых в ОП данных
53. Использование скоростных последовательных шин доступа к ОП
54. Использование пакетного режима работы динамических микросхем памяти
55. Использование многовходовых микросхем памяти
56. Использование специальных временных режимов работы микросхем памяти
57. Использование специальной логики в схемах памяти
58. Повышение производительности ВС за счёт совершенствования архитектуры системы команд
59. Повышение производительности ВС за счёт совершенствования архитектуры на уровне ПО
60. Качественные и количественные методы повышения производительности ВС
61. Методы измерения производительности ВС
62. Пути уменьшение числа тактов (CPI) на одну команду
63. Пути увеличение числа выполненных за такт команд (IPC)
64. История развития ЭВМ – поколения ВС,
65. Перспективные направления исследования для создания новая элементной базы нового поколения ВС
66. Классификация ВС по назначению
67. Классификация ВС по вычислительным возможностям
68. Сравнительные параметры различных классов ВС
69. Краткая характеристика класса «Супер-компьютеры»
70. Краткая характеристика класса «Мейнфреймы»
71. Краткая характеристика класса «Персональные компьютеры»
72. Краткая характеристика класса «Микро-ЭВМ»
73. Принципы различных классификаций архитектур ВС
74. Классификация архитектур ВС по способу доступа к памяти
75. Классификация архитектур ВС по системе команд (набору инструкций)
76. Классификация архитектур по Флинну
77. Классификация ВС по Таненбауму
78. Классификация архитектур мультипроцессоров
79. Закон Амдала и его следствие
80. Классификация мультипроцессоров по типу коммутации модулей в системе
81. Классификация мультипроцессоров по способу доступа к общей памяти
82. Достоинства и недостатки мультипроцессоров как представителей класса МИМД
83. Мультикомпьютеры или многомашинные ВС (ММВС)
84. ММР архитектура
85. Кластерный компьютер
86. Сравнительная оценка МРР и кластеров
87. Проектирования аппаратных и программных средств вычислительной техники: определение, методы, этапы (стадии)
88. Технологии проектирования аппаратных средств ВС.
89. Технологии проектирования программных средств
90. CALS(ИПИ) – технология непрерывной информационной поддержки жизненного цикла изделия
91. Парадигма управления ВС Dataflow: принцип работы и сравнение с парадигмой Control Flow

# Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Базовый учебник

## 1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера. СПб. Питер, 2014. - 811 с. (Норматив обеспеченности студентов – 60 %).

## 2. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера. СПб. Питер, 2011. - 843 с. (Норматив обеспеченности студентов – 40 %).

## Основная литература

## 3. Материалы со страницы изучаемой дисциплины на сайте LMS (Норматив обеспеченности студентов – 100 %)

4. Образовательная программа НИУ ВШЭ по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» подготовки магистра, магистерская программа «Компьютерные системы и сети» (Норматив обеспеченности студентов – 100 %)

1. Базовый учебный план НИУ ВШЭ Московского института электроники и математики по направлению 09.04.01. "Информатика и вычислительная техника" подготовки магистра (магистерская программа «Компьютерные системы и сети»), утвержденный 10 июня 2014г. http://asav.hse.ru/basicplans.html?login=web&password=web&faculty=&regdepartment
2. Рабочий учебный план НИУ ВШЭ НИУ ВШЭ Московского института электроники и математики по направлению 09.04.01. "Информатика и вычислительная техника" подготовки магистра (магистерская программа «Компьютерные системы и сети»), утвержденным 16 апреля 2015г. http://www.hse.ru/ma/system/documents
3. Программа дисциплины «Вычислительные системы» для направления 230100.68 «Информатика и вычислительная техника» подготовки магистра (магистерская программа/специализация «Информационные системы и компьютерные сети» и магистерская программа/специализация «Компьютерное моделирование в технике и технологиях») (2014/2015 уч. год). Личная страница Ивановой Е.М. на сайте ВШЭ http://www.hse.ru/org/persons/47633465

5. Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры)от 30 октября 2014 г. N 1420. http://www.hse.ru/ma/system/documents (Норматив обеспеченности студентов – 100 %)

6. Справочник учебного процесса НИУ ВШЭ <http://www.hse.ru/studyspravka/> разделы «базовые учебные планы», «рабочие учебные планы», «программы дисциплин»

7. Организационно-правовые документы и локальные акты/Положение об организации контроля знаний на сайте НИУ ВШЭ/раздел Документы (http://www.hse.ru/docs/35010753.html).

8. Интернет-ресурс. Материалы с сайта фирмы Intel: Intel 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual. <http://www.intel.ie/content/dam/www/public/us/en/documents/manuals/64-ia-32-architectures-software-developer-manual-325462.pdf> (Норматив обеспеченности студентов – 100 %)

## Дополнительная литература

9. <http://www.asciitable.com/>

10. <http://unicode-table.com/ru>

11. IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic <http://ali.ayad.free.fr/IEEE_2008.pdf>

12. Online Binary-Decimal Converter <http://www.binaryconvert.com/index.html>

## 13. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. СПб. Питер, 2008.

## 14. А.П. Пятибратов, Л.П. Гудыно, А.А. Кириченко. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. Под ред. А.П. Пятибратова. – М.: Финансы и статистика, 2004.

15. Top500 – cписок 500 самых быстрых в мире (<http://www.top500.org/>).

16. Материалы с сайта «Компьютер и не только...», <http://www.electrosad.ru/>

17. Специализированный российский информационно-аналитический новостной сайт из сферы IT <http://www.ixbt.com>

18. Независимое российское онлайн-издание, посвященное цифровым технологиям 3DNews Daily Digital Digest [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru/)

19. Сайт компании Tezzaron/раздел 3T-iRAM technology <http://www.tezzaron.com/technology/3T-iRAM.htm>

20. Веб-сайт Интернет-издания «КомпьютерПресс» <http://compress.ru/>

21. Библиотека ГОСТов и нормативных документов <http://libgost.ru/>

22. Максимов Н.В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем. Учебник — М.: ЮНИТИ, 2005.

23. Материалы с сайта SD Company, /Статьи/Компьютерная техника/Оперативная память.(http://sd-company.su/article/computers/operativnaya-pamyat)

24. Тесты производительности процессора. http://[www.parallel.ru/computers/benchmarks/perf.html](http://www.parallel.ru/computers/benchmarks/perf.html)

25. NASParallel Benchmarks. <http://www.nas.nasa.gov/publications/npb.html>)

26. Сайт CSA(Computational Science Alliance)/разäеë Сравнительная производительность. <http://www.csa.ru/CSA/performance1.shtmr>

27. **Черняк Л.** Флопсы и лошадиные силы // Открытые системы. 2011. № 07. <http://www.osp.ru/os/2011/07/13010474/>

28. Сайт корпорации SPEC. <http://www.spec.org/>

29. **Bailey D. H.** Twelve Ways to Fool the Masses When Giving Performance Results on Parallel Computers, Ref: Supercomputing Review. Aug. 1991. P. 54—55. URL: http://www.pdc.kth.se/training/twelve-ways.html. Пер. на русск.: Двенадцать способов обмана, представляя производительность параллельных компьютеров. URL: <http://favorit-studio.com/novostu-vusokix-texnologiy/desyatsposobov-obmana-na-rezultatax-izmereniya-proizvoditelnosti-gpu.html>

30. Иванова Е. М. [Сравнительная оценка производительности вычислительных систем](http://publications.hse.ru/view/88723589) // Информационные технологии. 2013. № 8. С. 22-26.

31. Материалы с сайта <http://ru.wikipedia.org>

32. Материалы с сайта универсальный справочник-энциклопедия «ALL-IN-ONE» <http://www.sci.aha.ru/ALL/b3.htm>

33. Материалы сайта PC Magazine <http://www.pcmag.ru/issues>

34. А.В. Калачев. Курс лекций Многоядерные процессоры, Интернет университет – (<http://www.intuit.ru/studies/courses/622/478/lecture/10859>

35. Структурная организация ядра процессора 64/Intel\_Nehalem <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Intel_Nehalem_arch.svg?uselang=ru>

36. Материалы сайта <http://z52107.narod.ru/02_inf/01/05.html>

37. Георгий Жувикин, Нанотранзисторы, "Компьютерра" №3 от 25.01.2005| Раздел: Тема номера, <http://old.computerra.ru/2005/575/37383/>[http://www.moluch.ru/conf/tech/archive/6/1217](http://www.moluch.ru/conf/tech/archive/6/1217/)

38. Кузьмина Е. К., Монахова В. А., Цуркин А. П. Полимерные транзисторы // Технические нау-ки: традиции и инновации: материалы междунар. науч. конф. (г. Челябинск, январь 2012 г.). Челябинск: Два комсомольца, 2012, с.83-88. http://www.moluch.ru/conf/tech/archive/6/1217/

39. Материалы сайта <http://elementy.ru/news/430624>

40. Материалы сайта <http://www.dailytechinfo.org/infotech/>

41. Материалы сайта www.membrana.ru

42. Материалы сайта http://ko.com.ua

43. Сергей Пахомов, Квантовый компьютер, КомпьютерПресс/статьи <http://compress.ru/article.aspx?id=17653>

44. Материалы сайта <http://eslitak.livejournal.com/241109.html>

45. Сет Ллойд. Программируя Вселенную: Квантовый компьютер и будущее науки. – М.: Альпина нон-фикшн, 2013

46. Материалы сайта THG (Russian Tom's Hardware Guide)/ Раздел «процессоры»/D-Wave Orion: первый квантовый компьютер <http://www.thg.ru/cpu/d-wave_orion/index.html>

47. Энциклопедия физики и техники / статья Джозефсона эффект <http://femto.com.ua/articles/part_1/0991.html>

48. Материалы сайта EE Times /КАТАЛОГ КОМПОНЕНТОВ / НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ / Макс Максфильд <http://datasheet.su/news/2514:2013-10-30>

49. Материалы сайта <http://www.nvidia.ru/content/PDF/kepler/NVIDIA-Kepler-GK110-Architecture-Whitepaper.pdf>

50. [Neupane, Mahesh (April 16, 2004). ["Cache Coherence"](http://cse.csusb.edu/schubert/tutorials/csci610/w04/MN_Cache_Coherence.pdf)](http://translate.yandex.net/tr-url/en-ru.ru/en.wikipedia.org/wiki/Coherence_protocol#cite_note-Neu01-2)

51. Азаров В. Н., Вишнеков А. В., Леохин Ю. Л., Олейник А. В., Иванова Е. М. Интегрированные информационные системы обеспечения качества и защиты информации / Науч. ред.: В. Н. Азаров. М. : МИЭМ, 2003.

## Программные средства

Для успешного освоения дисциплины, студент использует следующие программные средства.

1. Пакет инструментальных средств «MASM32» для программирования на Ассемблере IA328088 в среде Windows.
2. Пакет инструментальных средств «OllyDbg» для отладки программ в машинных кодах в среде Windows.
3. Авторские моделирующие программы

## Дистанционная поддержка дисциплины

Страница дисциплины в Информационной образовательной среде НИУ ВШЭ – системе LMS (lms.hse.ru).

# Материально-техническое обеспечение дисциплины

Практические занятия проводятся в дисплейном классе на PC-совместимых персональных компьютерах с установленным лицензионным и свободно-распространяемым программным обеспечением. Для проведения лекционных занятий используется проектор.

1. *здесь и далее вместо термина «вычислительная система» используется сокращение ВС* [↑](#footnote-ref-1)