

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

Рабочая программа дисциплины

**Научно-исследовательский семинар
Современные архитектуры вычислителей**

для образовательной программы «Программная инженерия»
направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»
уровень - бакалавр

Разработчик программы
Баканов В.М., д.т.н., профессор, vbakanov@hse.ru

Одобрена на заседании департамента программной инженерии «__» _____ 2018 г.
Руководитель департамента Авдошин С.М. _____

Утверждена Академическим советом образовательной программы
«__» _____ 2018 г., № протокола _____

Академический руководитель образовательной программы
Шилов В.В. _____

Москва, 2018

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



1 Общие сведения о научно-исследовательском семинаре (НИС)

Программа научно-исследовательского семинара (НИС) "Современные архитектуры вычислителей" предназначена для преподавателей, ведущих данный семинар, и студентов образовательной программы «Программная инженерия» направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», его изучающих. (блок Б.ПД. "Проектная и исследовательская работа" рабочего учебного плана, утвержденного в 2018 году)

Семинар "Современные архитектуры вычислителей" относится к пулу научно-исследовательских семинаров, из которого студенты образовательной программы «Программная инженерия» по желанию выбирают отвечающие их интересам семинары. Участие студента в выбранном семинаре является обязательным.

В соответствии с РУП 2018-19 гг., семинар проводится в течение 1, 2 и 3-го модулей. Общий объём (продолжительность) семинара составляет **114** часов, из которых **50** час отводятся под аудиторные занятия (семинары, по **12** часов в 1-и модуле, **16** часов во 2-м модуле, **22** час в третьем модуле учебного года) и **64** час (на все три модуля) выделяются студентам для самостоятельной работы. Рубежный контроль – экзамен в конце 3-го модуля; число кредитов (зачётных единиц) равняется **3** (трём).

Используемый и рекомендуемый для самостоятельного изучения материал предполагает наличие у студентов знаний математики и информатики (программирования, навыков использования программных пакетов как общего назначения - Microsoft Office, так и специальных - напр., Matlab и др.), а также знания английского языка в объёме, достаточном для чтения и понимания рекомендуемых статей (глав книг), сопроводительных материалов и различных Internet-источников.

Актуальность рассматриваемого на семинаре материала связана с тем, что в повседневной жизни каждый связанный с областью использования информационных технологий специалист сталкивается с вычислительными системами разной архитектуры, предназначенными для специфической обработки данных. В ходе выполнения производственных и исследовательских работ специалистам необходимо знать основы функционирования как персональных ЭВМ так и суперкомпьютеров, принципов распараллеливания вычислительных алгоритмов и функционирования распределённых баз данных, уметь применять как цифровые так и аналоговые вычислители (напр., нейронные сети). Именно знание и анализ архитектур вычислителей позволяет рационально выбирать вычислительные системы для решения конкретных задач при минимальных затратах на алгоритмизацию и программирование.

Научный семинар "Современные архитектуры вычислителей" ориентирован на достаточно подробное представление и объяснение практического использования как основных (базовых) архитектур вычислителей, так и перспективных архитектур, в настоящее время исследуемых с целью возможностей дальнейшего широкого применения.

2 Цели научно-исследовательского семинара (НИС)

К целям научно-исследовательского семинара (НИС) "Современные архитектуры вычислителей" следует отнести:

- формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных как с общей методологией научного исследования, так и с частными аспектами основ моделирования вычислительных систем разной архитектуры;
- приобретение студентами навыков работы с научными публикациями (статьями, главами книг, препринтов), в том числе и на английском языке, самостоятельного научного исследования, связанного с анализом, разработкой, программной реализацией (напр., самостоятельная разработка или использование программных сред технической и/или математиче-



ской направленности) и последующим анализом функционирования вычислительных систем разной архитектуры;

- формирование у студентов интереса к исследовательской работе и первоначальных навыков подготовки материала по определённым (предлагаемым) темам и написания отчёта в виде научной статьи (в соответствии с шаблоном оформления статей в формате IEEE – примеры доступны студентам через страницы научно-исследовательского семинара в LMS).

3 Аннотация

Научно-исследовательский семинар (НИС) "Современные архитектуры вычислителей" предполагает в аспекте общей методологии научного исследования знакомство участников семинара (студентов 2-го курса образовательной программы "Программная инженерия") с основными этапами проведения научного исследования:

- предварительный анализ литературы (состояние проблемы, достигнутые к текущему моменту времени результаты);
- чёткая постановка задачи исследования, предложение собственных вариантов решения задачи (возможных подходов к решению поставленной задачи) и их сравнительный анализ с существующими аналогами;
- понимание получаемых результатов, их интерпретация, оформление в виде отчёта (статьи) с последующей презентацией последнего (желательно).

На семинаре студенты познакомятся с:

- краткой историей автоматизированных вычислений, устройствами для их реализации и применяемыми системами счисления;
- возникновением понятия "архитектура" в применении к вычислительным системам (начиная с машины Чарльза Беббиджа);
- историей программирования (Ада Байрон-Лавлейс), концепцией "вычислений по Тьюрингу";
- принципами построения вычислителей фон Неймана, Принстонской и Гарвардской архитектурами и их преимуществами/недостатками;
- классификациями вычислительных архитектур, основными форматами машинных команд и представления чисел в ЭВМ разных архитектур;
- основными подходами к разработке рациональной системы команд (инструкций) процессоров, принципами управления последовательность выполнения инструкций;
- методами низкоуровневого программирования (язык программирования ассемблер) для базовых архитектур процессоров;
- принципами повышения производительности вычислителей разных архитектур;
- недостатками процесса вычислений в позиционных системах представления данных и путях обхода этих недостатков;
- архитектурами суперкомпьютерных вычислительных систем с анализом их достоинств и недостатков;
- неклассическими архитектурами - напр., потоковой (DATA FLOW) и основанной на обработке данных в СОК (Системе Остаточных Классов);
- архитектурой аналоговых вычислителей (включая нейронные сети), вычислителями на основе транспьютеров и систолических структур;
- вычислителями с программируемой структурой;



- архитектурами систем распределённых вычислений (в том числе ГРИД и облачных).

В процессе обсуждения тем используются слайды и сопроводительные материалы (примеры, учебные программы, системы компьютерной симуляции и др.), специально подготовленные для дискуссий в рамках НИС; ссылки на указанные материалы, отдельные публикации, полезные InterNet-источники, а также программы доступны студентам через систему управления обучением (LMS) НИУ ВШЭ, <http://lms.hse.ru>. Студентам настоятельно рекомендуется также активно задействовать электронные ресурсы библиотеки НИУ ВШЭ (<http://library.hse.ru/e-resources/e-resources.htm>) для ознакомления и использования отдельных публикаций ведущих издательств при выполнении работ.

4 Задачи научно-исследовательского семинара (НИС)

В результате участия в семинаре "Архитектуры вычислительных систем" студент осваивает следующие (в соответствие с образовательным стандартом НИУ ВШЭ (ОС НИУ ВШЭ) программ бакалавриата по направлению подготовки 09.03.04 "Программная инженерия") компетенции:

<i>Компетенция</i>	<i>Код по ОС НИУ ВШЭ</i>
<i>а) универсальные компетенции (УК):</i>	
Способен учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной	УК-1
Способен работать с информацией: находить, оценивать и использовать информацию из различных источников, необходимую для решения научных и профессиональных задач (в том числе на основе системного подхода)	УК-5
Способен работать в команде	УК-7
Способен грамотно строить коммуникацию, исходя из целей и ситуации общения	УК-8
Способен критически оценивать и переосмысливать накопленный опыт (собственный и чужой), рефлексировать профессиональную и социальную деятельность	УК-9
<i>б) профессиональные компетенции (ПК):</i>	
Способен к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования	ПК-2
Способен готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты	ПК-5
Способен читать, понимать и выделять главную идею прочитанного исходного кода, документации	ПК-11
Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения	ПК-16
Способен придерживаться правовых и этических норм в профессиональной деятельности	ПК-28
Способен к социальному взаимодействию, к сотрудничеству и разрешению конфликтов	ПК-31
Способен ориентироваться в системе общечеловеческих ценностей и ценностей мировой и российской культуры, понимает значение	ПК-36



гуманистических ценностей для сохранения и развития современной цивилизации	
---	--

5 Место семинара в структуре образовательной программы

Настоящий семинар относится к блоку Б.ПД. "Проектная и исследовательская работа" рабочего учебного плана для направления подготовки бакалавра 09.03.04 "Программная инженерия", утвержденного в 2018 году

6 Содержание научно-исследовательского семинара (НИС)

Участникам семинара предлагаются для обсуждения и последующего исследования следующие укрупнённые темы, каждая из которых допускает достаточно широкую детализацию и определённый выбор публикаций (для самостоятельного изучения), а также примеров и задач разного уровня сложности:

1. Определение понятия "архитектура" в применении к вычислительным системам.
2. Краткая история автоматизированного счёта, системы представления и обработки цифровой информации.
3. Первые устройства автоматизированного счёта (римский абак, счётные палочки Непера, калькулятор Шиккарда, "Паскалина" Паскаля, арифмометр Лейбница); начало становления понятия "структура" и "архитектура" вычислителей.
4. Механические счётные машины Беббеджа; чёткое понятия "структура" и "архитектура" вычислителей.
5. Ала Августа Байрон-Лавлейс и программирование в машинных кодах.
6. Концепция архитектуры вычислителя в проекте Тьюринга.
7. Пять принципов фон Неймана. Принстонская и Гарвардская архитектуры.
8. Связь архитектуры и принципов программирования (низкоуровневое программирование на языке Ассемблер, высокоуровневые языки программирования).
9. Развитие архитектур вычислителей в электромеханических и электронных вычислителях.
10. Архитектуры параллельных вычислителей и суперкомпьютеров.
11. Классификации архитектур вычислительных систем, параметры классификации.
12. Конвейерная архитектура (принципы работы конвейера, эффективность конвейера, результаты применения конвейерной архитектуры в современных процессорах). Векторно-конвейерные вычислители.
13. Архитектура вычислителей и система команд процессора. Форматы команд, принципы управления последовательностью исполнения. Предвыборка инструкций процессора.
14. VLIW-архитектура. Машины фирмы Voughts. Вычислители серии ЭЛЬБРУС. VLIW vs суперскалярность.
15. Вычислительные системы с общей и распределённой памятью (примеры реализаций, достоинства и недостатки).
16. Архитектура арифметических сопроцессоров на основе графических карт nVidia и AMD. Класс эффективно решаемых алгоритмов.
17. Концепция GRID и метакомпьютинг (специализированные системы, облачные вычисления, примеры реализации, достоинства и недостатки).
18. Принципы управления порядком выполнения инструкций. Подход CONTROL FLOW и DATA FLOW, примеры реализации, технологические ограничения.
19. Вычислители с непозиционной системой представления и обработки данных. Архитектура процессоров на основе СОК (Система Остаточных Классов), достоинства и недостатки архитектуры.



20. Архитектура систем класса BitCoin. технология BlockChain.
21. Аналоговые вычислители. Нейронные сети.
22. Квантовые вычислители.
23. Биокомпьютеры.
24. Архитектура поисковых систем в сети InterNet.

7 Рекомендуемая литература (основная и дополнительная)

Основная литература:

1. Э.Таненбаум, Т.Остин. Архитектура компьютера (издание 6). — СПб.: Питер, 2017. — 816 с.

Дополнительная литература:

1. Барский А.Б. Параллельные информационные технологии. Учебное пособие. — М.: Бином, 2013. — 503 с.
2. Randal E.Bryant, David R.O'Hallaron. Computer systems: a programmer's perspective. 2-nd ed. — Prentice Hall, 2010. — 1043 p. (есть русск. перевод: Рэндал Э.Брайант, Дэвид Р.О'Халларон. Компьютерные системы. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 1104 с.)
3. Зубков С.В. Для программистов. Assembler для DOS, Windows и Unix. — М.: ДМК Пресс. 2017. — 638 с.
4. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 609 с.
5. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 232 с.

Справочники, словари, энциклопедии, ресурсы сети InterNet:

1. Что такое BlockChain. [Электронный ресурс] — Режим доступа - URL: <https://habrahabr.ru/post/335994/> (дата обращения: 11.X.2017).
2. NVIDIA: архитектура графических карт и технология CUDA. [Электронный ресурс] — Режим доступа - URL: <http://www.nvidia.ru> (дата обращения: 10.IX.2017).
3. Программирование на языке Ассемблер. [Электронный ресурс] — Режим доступа - URL: <https://nova.rambler.ru/search?query=%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%20%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA%D0%B5%20%D0%90%D1%81%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D1%80> (дата обращения: 25.V.2017).
4. Журнал "Суперкомпьютеры". [Электронный ресурс] — Режим доступа - URL: <http://www.supercomputers.ru> (дата обращения: 12.VI.2017).
5. AlgoWiki. Открытая энциклопедия свойств алгоритмов. [Электронный ресурс] — Режим доступа - URL: <https://algowiki-project.org/ru/> (дата обращения: 13.IX.2017).

8 Формы контроля знаний студентов. Порядок формирования оценок.

текущий контроль:

- обсуждение результатов подготовленных студентами сообщений по заданной преподавателем (или согласованной с ним) научно-исследовательской тематике



- демонстрация и разбор программных систем, разработанных в целях пояснения функционирования вычислителей разных архитектур.

итоговый контроль: устный экзамен в конце 3 модуля, 3 час.

В текущем контроле учитывается посещаемость научного семинара и активность участников (задаваемые вопросы, обсуждение тех или иных аспектов рассматриваемых тем, публикаций, предлагаемые варианты решения поставленных задач, обсуждение выступлений других участников семинара, демонстрация подготовленных программ и т.п.; за каждое сообщение выставляется оценка). При непосещении семинара автоматически ставится оценка "0" (ноль).

Все оценки выставляются по 10-ти балльной шкале. По результатам текущего контроля формируется накопленная оценка $O_{\text{накопл.}}$ как среднеарифметическое оценок всех подготовленных сообщений на семинаре (за каждое выступление свыше 3-х добавляется 1 балл к текущей оценке).

Результирующая оценка $O_{\text{результ.}}$ вычисляется по формуле:

$$O_{\text{результ.}} = 0,5 \times O_{\text{накопл.}} + 0,5 \times O_{\text{экс.}}$$

где $O_{\text{экс.}}$ - оценка на экзамене; способ округления - арифметический.

Перевод результирующей оценки в оценку по пятибалльной шкале осуществляется в соответствии со следующей таблицей:

Таблица соответствия оценок по десятибалльной и пятибалльной системам

<i>По десятибалльной шкале</i>	<i>По пятибалльной шкале</i>
1 – неудовлетворительно 2 – очень плохо 3 – плохо	неудовлетворительно – 2
4 – удовлетворительно 5 – весьма удовлетворительно	удовлетворительно – 3
6 – хорошо 7 – очень хорошо	хорошо – 4
8 – почти отлично 9 – отлично 10 – блестяще	отлично – 5

9 Учебное и информационное обеспечение дисциплины

9.1 Дистанционная поддержка дисциплины

Все материалы дисциплины, объявления, текущие оценки, ссылки на статьи (главы книг) и файлы с дополнительными объяснениями отдельных тем семинара размещаются на портале LMS (информационной образовательной среды НИУ ВШЭ, <http://lms.hse.ru>).