

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

Е.А. Белянко

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Архитектура современных виртуальных машин
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Компьютерные технологии и вычислительная техника Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра микропроцессорных технологий в интеллектуальных системах управления
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Дифференцированный зачет

8 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: Е.А. Гаврин, ассистент

Программа обсуждена на заседании кафедры микропроцессорных технологий в интеллектуальных системах управления 29.04.2021

Аннотация

Курс «Архитектура современных виртуальных машин» разработан с целью познакомить слушателей с особенностями построения современных сред исполнения на примере языка Java и JavaScript (OpenJDK, ART, V8, JavaScriptCore, SpiderMonkey). В курсе рассматриваются техники построения эффективных интерпретаторов/компиляторов, изучаются особенности JIT- и AOT-компиляции динамических языков, а также возможности параллелизации выполнения JavaScript-программ.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Цель курса – познакомить слушателей с особенностями построения современных сред исполнения на примере языка Java и JavaScript (OpenJDK, ART, V8, JavaScriptCore, SpiderMonkey).

Задачи дисциплины

- рассмотреть техники построения эффективных интерпретаторов/компиляторов;
- изучить особенности JIT- и AOT-компиляции динамических языков, а также возможности параллелизации выполнения JavaScript-программ.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива
	ПК-2.3 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные методы программирования, применяемые при разработке виртуальных машин;
- методы программной реализации сложных структур данных и алгоритмов;
- методы разработки виртуальных машин и ключевые алгоритмы.

уметь:

- оценивать сложность имплементации виртуальных машин и проводить оценки сложности реализации алгоритмов;
- программировать различные компоненты виртуальных машин.

владеть:

- теоретическими знаниями в области виртуальных машин и уметь применять эти знания на практике;
- практическими навыками по программированию виртуальных машин.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Интерпретаторы	8	8		8
2	Оптимизации в интерпретаторах	7	7		7
3	Аллокатеры и сборка мусора	8	8		16
4	ЛТ Компиляторы	7	7		14
Итого часов		30	30		45
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 7 (Осенний)

1. Интерпретаторы

Введение. Понятие интерпретации, виды интерпретаторов. Интерпретируемые языки программирования. Архитектуры современных интерпретаторов. Простой интерпретатор, интерпретатор компилирующего типа. Алгоритм работы интерпретатора. Достоинства и недостатки интерпретаторов.

2. Оптимизации в интерпретаторах

Общее понятие оптимизаций байт-кода. Определение необходимости оптимизации функции. Использование статистики выполнения кода при компиляции. Оптимизация производительности. Динамические оптимизации. Предварительные оптимизации.

3. Аллокаторы и сборка мусора

Ручное и автоматическое управление памятью. Утечка памяти. Механизмы сборки мусора: основные принципы, достижимость объекта. Стратегии сборки мусора. Требования к языку и системе. Проблемы использования. Достоинства и недостатки, альтернативы.

4. JIT Компиляторы

Компиляция по мере выполнения (Just in Time). Классический подход: компиляция методов/функций. Трассирующая компиляция. Скорость компиляции. Спекулятивное выполнение кода. Проблемы JIT компиляторов.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- необходимое оборудование для лекций : компьютер и проектор
- необходимое программное обеспечение: MS Office Power Point.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Steven Muchnick “Advanced Compiler Design and Implementation”
2. Flemming Nielson “Principles of Program Analysis”
3. Rünger, Gudula (2006). "Parallel Programming Models for Irregular Algorithms"

Дополнительная литература

1. Fox, Geoffrey; Roy Williams; Paul Messina (1994). “Parallel Computing Works!”
2. Shin, J.; Hall, M. W.; Chame, J. (2005). "Superword-Level Parallelism in the Presence of Control Flow"
3. Benjamin C. Pierce “Types and Programming Languages”

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Стандарт ECMA-262 5.1 <http://www.ecma-international.org/ecma-262/5.1/>
- Кандидатская диссертация «Adaptive Optimization for Self»
<http://hoelzle.org/publications/urs-thesis.pdf>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Посещение лекций и самостоятельная работа с литературой. Самостоятельная работа включает в себя: чтение и конспектирование рекомендованной литературы, просмотр интернет-ресурсов по тематике курса, подготовку к ответам на контрольные вопросы.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Компьютерные технологии и вычислительная техника Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра микропроцессорных технологий в интеллектуальных системах управления
курс:	4
квалификация:	бакалавр
Семестры, формы промежуточной аттестации:	
	7 (осенний) - Дифференцированный зачет
	8 (весенний) - Экзамен
Разработчик:	Е.А. Гаврин, ассистент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива
	ПК-2.3 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Архитектура современных виртуальных машин» обучающийся должен:

знать:

- основные методы программирования, применяемые при разработке виртуальных машин;
- методы программной реализации сложных структур данных и алгоритмов;
- методы разработки виртуальных машин и ключевые алгоритмы.

уметь:

- оценивать сложность имплементации виртуальных машин и проводить оценки сложности реализации алгоритмов;
- программировать различные компоненты виртуальных машин.

владеть:

- теоретическими знаниями в области виртуальных машин и уметь применять эти знания на практике;
- практическими навыками по программированию виртуальных машин.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачёта:

1. Понятие интерпретации, виды интерпретаторов.
2. Интерпретируемые языка программирования.
3. Архитектуры современных интерпретаторов.
4. Простой интерпретатор, интерпретатор компилирующего типа.
5. Алгоритм работы интерпретатора.
6. Достоинства и недостатки интерпретаторов.
7. Понятие оптимизаций байт-кода.
8. Необходимость оптимизации функции.
9. Оптимизация производительности.
10. Динамические оптимизации.
11. Предварительные оптимизации.

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена:

1. Ручное управление памятью.
2. Автоматическое управление памятью.
3. Утечка памяти.
4. Механизмы сборки мусора.
5. Стратегии сборки мусора.
6. Требования к языку и системе.
7. Проблемы использования сборщика мусора.
8. Достоинства и недостатки сборщика мусора, альтернативы.
9. Компиляция по мере выполнения (Just in Time).
10. Классический подход: компиляция методов/функций.
11. Трассирующая компиляция.
12. Скорость компиляции.
13. Спекулятивное выполнение кода.
14. Проблемы JIT компиляторов

Примеры билетов к экзамену

Билет №1

1. Ручное управление памятью.
2. Скорость компиляции.

Билет №2

1. Автоматическое управление памятью.
2. Проблемы JIT компиляторов

Критерии оценивания

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет и экзамен проводятся в устной форме.

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося проводится в течение 30 минут.

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 1 час на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения дифференцированного зачета и экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой и прочее.