

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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Эмуляторы и симуляторы

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы
Сопряженная разработка программного и аппаратного обеспечения

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 Эмуляторы и симуляторы относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-3: Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	<p>ПК-3.1: Знает методы анализа и исследования математических моделей в области фундаментальной информатики и информационных технологий</p> <p>ПК-3.2: Умеет определять ключевые свойства и ограничения системы</p>	<p>ПК-3.1: Знать основы имитации работы систем, понимать разницу между эмуляторами и симуляторами, их предназначение и устройство, перспективы использования и развития эмуляторов и симуляторов</p> <p>ПК-3.2: Уметь эффективно настраивать и использовать соответствующие эмуляторы или симуляторы для решения практических проблем.</p>	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы Задачи

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	83
Промежуточная аттестация	0

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
Введение в эмуляцию и симуляцию	8	2		2	6
Архитектурные основы эмуляции	8	2		2	6
Реализация системных вызовов и устройств	9	2		2	7
Динамическая рекомпиляция и JIT	9	2		2	7
Симуляция аппаратного обеспечения	9	2		2	7
Эмуляция операционных систем	10	2		2	8
Эмуляция игровых консолей	8	2		2	6
Симуляция сетевых систем	8	2		2	6
Инструменты отладки и анализа	9	2		2	7
Параллелизм и многопоточность в эмуляции	10	2		2	8
Тестирование и верификация моделей	10	2		2	8
Перспективы развития эмуляции и симуляции	9	2		2	7
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	24	0	25	83

Содержание разделов и тем дисциплины**1. Введение в эмуляцию и симуляцию**

- Определение эмуляторов и симуляторов.
- Отличие между ними.
- Области применения.

2. Архитектурные основы эмуляции

- Принципы работы эмуляторов.
- Динамическая и статическая трансляция кода.
- Перевод инструкций.

3. Реализация системных вызовов и устройств

- Эмуляция ввода-вывода.
- Обработка прерываний.
- Поддержка периферийных устройств.

4. Динамическая рекомпиляция и JIT

- Принципы динамической рекомпиляции.
- JIT-компиляция в эмуляторах.
- Преимущества и недостатки.

5. Симуляция аппаратного обеспечения

- Моделирование процессора, памяти, шин.
- Уровни детализации: логический, временной, функциональный.
- Примеры: Simics, gem5.

6. Эмуляция операционных систем

- Полная и частичная эмуляция ОС.
- VirtualBox, VMware, KVM.
- Паравиртуализация.

7. Эмуляция игровых консолей

- Особенности эмуляции старых и современных платформ.
- Требования к точности.
- Проекты: bsnes/higan, Dolphin, PCSX2.

8. Симуляция сетевых систем

- Моделирование сетевых протоколов.
- Симуляторы: NS-3, OMNeT++, GNS3.
- Использование в тестировании и обучении.

9. Инструменты отладки и анализа

- GDB, Valgrind, PIN.
- Отладка через эмуляторы.
- Инструменты трассировки и профилирования.

10. Параллелизм и многопоточность в эмуляции

- Поддержка SMP в эмуляторах.
- Управление потоками.
- Блокировки и гонки данных.

11. Тестирование и верификация моделей

- Проверка корректности эмуляции.
- Использование эталонных программ.
- Автоматизация тестирования.

12. Перспективы развития эмуляции и симуляции

- Эмуляция как инструмент сохранения программного наследия.
- Использование FPGA и специализированных ускорителей.
- Будущее эмуляторов.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Гаст Р. "Облачные технологии. Проектирование, реализация, администрирование" – СПб.: Питер, 2021.

Купер Э., Толле Дж. "OpenStack: облачные вычисления и платформы" – М.: ДМК Пресс, 2020.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Какое из следующих понятий относится к воспроизведению поведения оборудования?
 - a) Симулятор
 - +b) Эмулятор
 - c) Интерпретатор
 - d) Компилятор
2. Какой из следующих терминов связан с переводом кода во время выполнения?
 - a) Static translation
 - b) Binary translation
 - +c) Dynamic recompilation
 - d) Interpretation
3. Какой из следующих процессов позволяет запускать программы без изменения исходного кода?
 - a) Паравиртуализация
 - b) Гипервизор
 - +c) Эмуляция
 - d) Виртуализация
4. Какой из следующих инструментов используется для отладки через эмуляцию?
 - +a) GDB
 - b) GCC
 - c) Makefile
 - d) Python

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	не менее 80% правильных ответов в тесте
не зачтено	менее 80% правильных ответов в тесте

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Что такое эмулятор? Чем он отличается от симулятора?
2. Какие основные задачи решает эмулятор?
3. Что такое динамическая рекомпиляция?
4. Как работает JIT-компиляция в эмуляторах?
5. Какие уровни детализации используются в симуляторах?
6. Что такое паравиртуализация?
7. Какие виды эмуляции вы знаете?
8. Что такое двоичная эмуляция?
9. Как происходит обработка прерываний в эмуляторах?
10. Какие проблемы возникают при эмуляции в реальном времени?
11. Какие существуют методы оптимизации эмуляции?

12. Какие игровые платформы наиболее сложно эмулировать?
13. Что такое cycle-accurate эмуляция?
14. Как работают сетевые симуляторы?
15. Что такое инструменты динамического анализа (например, Valgrind)?
16. Какие технологии используются для отладки через эмуляторы?
17. Какие особенности имеют многопоточные эмуляторы?
18. Как оценивается точность эмуляции?
19. Что такое эталонное тестирование в эмуляции?
20. Какие библиотеки используются для создания эмуляторов?
21. Как эмуляция помогает в сохранении программного наследия?
22. Какие преимущества даёт использование FPGA в эмуляции?
23. Какие ограничения у эмуляторов по сравнению с физическими системами?
24. Какие метрики используются для оценки качества эмулятора?
25. Какие вызовы связаны с масштабируемостью симуляторов?
26. Какие стандарты применяются в разработке эмуляторов?
27. Какие проблемы возникают при эмуляции устройств ввода-вывода?
28. Какие сценарии использования эмуляторов в промышленности?
29. Какие сценарии использования симуляторов в научных исследованиях?
30. Какие перспективы развития эмуляторов и симуляторов?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Реализовать простой интерпретатор для эмуляции базовых команд.
2. Написать модель эмуляции клавиатуры.
3. Создать симулятор простого процессора (RISC-V или MIPS).

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с

Оценка	Критерии оценивания
	незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Баланов А. Н. Облачные технологии : учебное пособие для вузов / Баланов А. Н. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 204 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-49219-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=898838&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Облачные вычисления в образовании / Соснин В.В. - Москва : ИНТУИТ, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=663007&idb=0>.

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

1. Операционные системы семейства Microsoft Windows, лицензия по подписке Microsoft Imagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. Среда разработки семейства Microsoft Visual Studio, лицензия по подписке Microsoft Imagine

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук, доцент.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.

