

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

УТВЕРЖДЕНО

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

Д.А. Гаврилов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Введение в тестирование и верификацию программно-аппаратных комплексов
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра микропроцессорных технологий в интеллектуальных системах управления
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: М.А. Саламатов, ассистент

Программа обсуждена на заседании кафедры микропроцессорных технологий в интеллектуальных системах управления 30.03.2023

Аннотация

Данный курс разделен на два основных блока: тестирование программного обеспечения и верификация систем на кристалле. Первая часть курса формирует у слушателей понимание профессии инженера-тестировщика и понимание роли тестирования в процессе разработки программного обеспечения. Вторая часть курса рассказывает об использовании техник тестирования в процессе верификации микропроцессоров.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Целью курса является формирование у слушателей понимания основных техник тестирования программного обеспечения а также верификации систем на кристалле.

Задачи дисциплины

- понимания определений “тестирование программного обеспечения” и “верификация систем на кристалле”;
- понимания составляющих компонент профессий инженера по тестированию ПО и инженера по верификации систем на кристалле;
- владения основными техниками и видами тестирования и верификации систем на кристалле;
- работы с требованиями на компоненты программно-аппаратных комплексов, составления тест-планов, проведения тестирования и процедур верификации, а также документирования результатов.

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
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации

ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные обязанности инженера по тестированию ПО и верификации систем на кристалле;
- базовые техники тестирования и верификации;
- способы документирования выявленных дефектов.

уметь:

- создавать тестовые сценарии на основании требований на различные компоненты программно-аппаратного комплекса;
- выбирать необходимые техники тестирования и верификации в зависимости от поставленной задачи;
- документировать результаты выполнения тестов с целью воспроизводимости полученных результатов.

владеть:

- основными техниками тестирования и верификации ПО;
- подходами к документированию результатов тестирования и верификации ПО;
- способами работы с требованиями и написания тестовых сценариев.

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	Введение в профессию инженера-тестировщика	2			1
2	Виды тестирования	6			3
3	Документация и тест-кейсы	4			2
4	Техники тестирования	6			3
5	Метрики тестирования	2			1
6	Техники верификации систем на кристалле	10			5
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

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

1. Введение в профессию инженера-тестировщика

Определение профессии «инженера-тестировщика»

История профессии

Маршрут проектирования и фазы разработки СнК (pre-Selicon, Post-selicon)

Роль и важность верификации и валидации

Shift-left подход

2. Виды тестирования

Виды тестирования по объекту тестирования: функциональное, производительности, конфигурационное, интерфейса, Security/Compliance

Тестирование по степени изолированности: продукта в целом, модулей/компонент, тестирование классов, тестирование функций, системное тестирование, end-to-end тестирование, интеграционное тестирование, модульное тестирование

Тестирование по знаниям об устройстве: black-box, white box, grey box

Уровни верификации

Функциональная верификация

Формальная верификация

Co-Sim

3. Документация и тест-кейсы

Степень подготовленности требований

Степень документированности тестирования

Критерии оценки требований

Чек-лист для проверки документации

Форматы тест-кейсов: без документации, чек-листы, lean тес-кейсы, обычные тест-кейсы

Содержание тест-кейса

Понятие severity и priority

Подготовка плана верификации (верификации, валидации)

4. Техники тестирования

Позитивное и негативное тестирование

Классы эквивалентности и анализ граничных значений

Таблица решений

Предугадывание ошибок

Правила оформления дефектов

5. Метрики тестирования

Подходы к оценке качества программного продукта

Traceability матрица

Понятия run rate, pass rate

Способы отслеживания тестирования

Дополнительные метрики

6. Техники верификации систем на кристалле

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

- необходимое оборудование практических занятий: компьютер, проектор, подключение к сети «интернет»
- необходимое программное обеспечение: MS Office Power Point
- наличие инструментария с открытым исходным кодом: Yosys, terrosHDL, cocotb, QEMU

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Г.Майерс, Т.Баджетт, К.Сандлер, Искусство тестирования программ, 3-е издание, — К.: Издательство «Вильямс», 2012. — 272 с. ISBN: 978-5-8459-1796-6
2. С.Канер, Д.Фолк, Е.К.Нгуен, Тестирование программного обеспечения, — К.: Издательство «ДиаСофт», 2001. — 544 с. ISBN 966-7393-87-9
3. Р.Блэк, Ключевые процессы тестирования. Планирование, подготовка, проведение, совершенствование — К.: Издательство «Лори», 2011. — 544 с. ISBN 5-85582-239-7

Дополнительная литература

1. L.Copeland, «A Practitioner's Guide to Software Test Design», — К.: Издательство «Artech House Publishers», 2003. — 300 с. ISBN 158053791X
2. Портал с информацией о тестировании программного обеспечения - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://software-testing.ru> (дата обращения, 16.12.2021)
3. Dr. Winston W. Royce, Managing the development of large software systems: concepts and techniques - Электронный ресурс [Режим доступа]: <http://www-scf.usc.edu/~csci201/lectures/Lecture11/royce1970.pdf> (дата обращения, 16.12.2021)
4. Agile-манифест разработки программного обеспечения - Электронный ресурс [Режим доступа]: <http://www-scf.usc.edu/~csci201/lectures/Lecture11/royce1970.pdf> (дата обращения, 16.12.2021)
5. К.Швабер, Д.Сазерленд, Руководство по Scrum - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Russian.pdf> (дата обращения, 16.12.2021)

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

- Поисковые системы.
- Интуитивное тестирование (ad-hoc testing) - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://qaevolution.ru/testirovanie-po/vidy-testirovaniya-po/ad-hoc-testing/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Чек-листы в тестировании - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://qualitica.ru/blog/chek-list/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Техника анализа классов эквивалентности - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://qaevolution.ru/testovaya-dokumentaciya/test-dizajn/tekhnika-analiza-klassov-ekvivalentnosti/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Техника анализа граничных значений - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://qaevolution.ru/testovaya-dokumentaciya/test-dizajn/tekhnika-analiza-granichnyx-znachenij/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Таблица принятия решений - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://qaevolution.ru/testovaya-dokumentaciya/test-dizajn/tablica-prinyatiya-reshenij/> (дата обращения, 16.12.2021)

- Матрица трассабилити - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/company/simbirsoft/blog/412677/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Почему тестирование — это скучно? - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/106257/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Тестирование — это не поиск ошибок - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/149903/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Фундаментальная теория тестирования - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/549054/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Сквозное тестирование (end-to-end) - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/417395/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Чем отличаются настоящие тестировщики от поддельных? - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/110476/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Обзор частых вопросов по тестированию ПО на собеседованиях и ответы на них - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/257529/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Семь правил тестировщика - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/119007/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Полезные метрики для оценки проектов - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/141671/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Паттерны ООП в метафорах - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/136766/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Каких ответов я жду на собеседовании по тестированию - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/254209/> (дата обращения, 16.12.2021)
- Тестирование методом черного ящика - Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://habr.com/ru/post/462837/> (дата обращения, 16.12.2021)
- SoC verification flow and methodologies – Электронный ресурс [Режим доступа]: <https://www.maven-silicon.com/blog/soc-verification-flow-and-methodologies/> (дата обращения, 31.07.2023)

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

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам, по учебной и научной литературе);
- подготовку к ответам на контрольные вопросы;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра микропроцессорных технологий в интеллектуальных системах управления
курс:	<u>4</u>
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	М.А. Саламатов, 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
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в тестирование и верификацию программно-аппаратных комплексов» обучающийся должен:

знать:

- основные обязанности инженера по тестированию ПО и верификации систем на кристалле;
- базовые техники тестирования и верификации;
- способы документирования выявленных дефектов.

уметь:

- создавать тестовые сценарии на основании требований на различные компоненты программно-аппаратного комплекса;
- выбирать необходимые техники тестирования и верификации в зависимости от поставленной задачи;
- документировать результаты выполнения тестов с целью воспроизводимости полученных результатов.

владеть:

- основными техниками тестирования и верификации ПО;
- подходами к документированию результатов тестирования и верификации ПО;
- способами работы с требованиями и написания тестовых сценариев.

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

1. Дайте определение “тестирования программного обеспечения”
2. Перечислите основные цели и задачи верификации систем на кристалле
3. Перечислите основные известные вам виды тестирования
4. Перечислите основные известные вам техники тестирования, в чем отличие между ними?
5. Перечислите известные вам уровни верификации
6. Опишите, какие процедуры составляют алгоритм проверки требований на ПО/систему на кристалле
7. Перечислите основные компоненты стандартного отчета о выявленном дефекте
8. Какие метрики оценки качества вам известны?
9. Опишите основные этапы подготовки плана валидации или верификации
10. Перечислите основные этапы создания тестовых планов на заранее подготовленных ИР

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

1. Перечислите основные компоненты процесса тестирования ПО
2. Перечислите основные компоненты верификации системы на кристалле
3. Для заданной системы приведите примеры различных тестов по типу объекта тестирования
4. Для заданной системы приведите примеры различных тестов по степени изолированности
5. Опишите различие техник тестирования в зависимости от доступных знаний об объекте тестирования
6. Дайте определение формальной и функциональной верификации. Приведите примеры использования техник.
7. Опишите стандартный процесс работы с документацией инженера по тестированию
8. Перечислите известные вам типы тест-кейсов и их ключевые особенности
9. Перечислите известные вам компоненты стандартного отчета о верификации
10. В чем заключается отличие между понятиями severity и priority?
11. Перечислите известные вам техники тестирования. В чем преимущества и недостатки каждой из техник?
12. Для заданного дефекта расскажите, как вы оформляли бы отчет о дефекте
13. Из чего состоит матрица трассировки? Приведите примеры ее использования.
14. Для заданной ситуации посчитайте run rate и pass rate тестов
15. Для заданного ИР расскажите о подходах к созданию плана тестирования и верификации системы на кристалле.

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 проводится в устной форме.

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

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.