

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук



Рабочая программа дисциплины

**Верификация программ**

по направлению подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Математическое моделирование и информационные системы**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

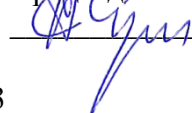
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.02.04

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 Л.А. Нежелская

Председатель УМК

 С.П. Сущенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

– ПК-2. Способен формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу, написать программный код, а также верифицировать работоспособность программного обеспечения и исправить дефекты.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1. Обладает навыками объектно-ориентированного программирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности.

ИОПК-2.2. Проявляет навыки использования основных языков программирования, основных методов разработки программ, стандартов оформления программной документации.

ИОПК-2.3. Демонстрирует умение отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.

ИОПК-2.4. Демонстрирует умение адаптировать существующие математические методы для решения конкретной прикладной задачи.

ИПК-2.1. Осуществляет построение формальной модели и алгоритма для поставленной задачи, написание программного кода с использованием языков программирования, верификацию работоспособности программного обеспечения и исправление дефектов.

ИПК-2.2. Осуществляет оформление программного кода в соответствии с установленными требованиями, разработку процедур верификации работоспособности и измерения характеристик программного обеспечения, разработку тестовых наборов данных.

ИПК-2.3. Осуществляет работу с системой контроля версий, рефакторинг и оптимизацию программного кода.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Основными подходами к верификации систем являются имитационное моделирование, тестирование и формальная верификация.

Первая часть курса посвящена тестированию программного обеспечения. В данной части рассматриваются классические методы построения тестов: структурные методы (тестирование «белого ящика») и функциональные (тестирование «черного ящика»). Также рассматривается общая методика тестирования процедурных программ и особенности тестирования объектно-ориентированных программ. Делается обзор различных критериев качества тестирования, предлагаются различные варианты построения отказоустойчивого программного обеспечения.

Во второй части дисциплины «Верификация программ» рассматривается формальная верификация программ. С помощью имитационного моделирования и тестирования можно обнаружить ошибки в программе, но они не дают гарантии отсутствия других ошибок. При формальной верификации выполняется строгое доказательство правильности программ. Более точно: при формальной верификации выполняется доказательство того, что программа соответствует некоторым исходным требованиям. В настоящее время формальные методы верификации активно применяются в промышленности для верификации сложных систем, требующих особо надежного функционирования.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина входит в модуль «Прикладная информатика».

### **4. Семестр освоения и форма промежуточной аттестации по дисциплине**

Седьмой семестр, зачёт.

### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Информатика, Дискретная математика, Алгоритмы и структуры данных.

### **6. Язык реализации**

Русский

### **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:  
– лекции: 48 ч.

Объём самостоятельной работы студента определён учебным планом.

### **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Методы построения тестов. Структурное тестирование ПО.

Тема 2. Методы построения тестов. Функциональное тестирование.

Тема 3. Организация процесса тестирования ПО.

Тема 4. Объектно-ориентированное тестирование (ООТ).

Тема 5. Критерии качества тестирования. Понятие тестопригодности ПО.

Тема 6. Основные понятия математической логики. Исчисление высказываний.

Исчисление предикатов. Высказывания. Логические операции над высказываниями. Формулы. Выполнимость и общезначимость формул. Логическое следование. Предикаты. Операции над предикатами. Кванторы. Формулы.

Тема 7. Метод верификации моделей программ (Model Checking).

Моделирование систем. Модели Крипке.

Определения. Построение модели Крипке на основе формул логики предикатов.

Тема 8. Представление последовательных программ формулами логики предикатов. Представление параллельных программ формулами логики предикатов. Пример построения модели Крипке для параллельной программы.

Тема 9. Темпоральная логика. Логики CTL\*, CTL, LTL.

Логика CTL\*. Логика деревьев вычислений CTL. Линейная темпоральная логика LTL.

Тема 10. Метод верификации для формул логики CTL.

Метод верификации, примеры верификации.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет состоит из трех частей. Продолжительность зачета 1 час.

Например,

Первая часть представляет собой теоретический вопрос.

Вторая часть представляет собой теоретический вопрос.

Третья часть содержит практическую задачу.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Ошибки ПО.
2. Тестирование белого ящика. Инспекция кода и прогон.
3. Тестирование белого ящика. Операторное покрытие и покрытие ветвлений.
4. Тестирование белого ящика. Покрытие условий и путей.
5. Граф управления потоками.
6. Граф управления потоками. Метрика МакКейба.
7. Базовый метод построения независимых путей для структурного тестирования.
8. Тестирование циклов.
9. Тестирование потоков данных.
10. Тестирование черного ящика. Разбиение на эквивалентные классы.
11. Функциональные диаграммы.
12. Тестирование черного ящика. Тестирование с помощью функциональных диаграмм.
13. Тестирование черного ящика. Анализ граничных значений.
14. Тестирование модулей «снизу-вверх».
15. Тестирование модулей «сверху-вниз».
16. Тестирование модулей. Сравнение нисходящей и восходящей стратегии тестирования.
17. Стратегии тестирования программ на этапе разработки.
18. Системное тестирование.
19. Объектно-ориентированное тестирование.
20. Особенности тестирования объектно-ориентированных «модулей».
21. Тестирование объектно-ориентированной интеграции.
22. Объектно-ориентированное тестирование правильности.
23. Тестирование, основанное на ошибках.
24. Тестирование, основанное на сценариях.
25. Тестирование поверхностной и глубинной структуры.
26. Стохастическое тестирование класса.
27. Тестирование разбиений на уровне классов.
28. Стохастическое тестирование взаимодействия классов.
29. Тестирование разбиений взаимодействия классов.
30. Тестирование на основе состояний взаимодействия классов.
31. Предваряющее тестирование при экстремальной разработке.

Результаты экзамена определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=6237>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Орлов С. А. Программная инженерия. Технологии разработки программного обеспечения. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2020. - 640 с.
- Игнатъев А. В. Тестирование программного обеспечения / Игнатъев А. В.. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 56 с.
- Старолетов С. М. Основы тестирования и верификации программного обеспечения / Старолетов С. М.. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 344 с.

б) дополнительная литература:

- Кларк Э. М. Верификация моделей программ: Model Checking / Эдмунд М. Кларк, мл. , Орна Грамберг, Дорон Пелед; Пер. с англ. В. Захаров и др. ; Под ред. Р. Смелянского. - М. : МЦНМО, 2002. - 416 с.
- Сеницын С. В. Верификация программного обеспечения : учебное пособие / С. В. Сеницын, Н. Ю. Налютин. –М: Интернет-Ун-т информ. технологий, 2008. - 367 с.
- Valmari A. Model Checking Software (vol. # 3925) 13th International SPIN Workshop, Vienna, Austria, March 30 - April 1, 2006, Proceedings / edited by Antti Valmari. // Springer e-books. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/11691617>
- Раводин О. М. Надежность программного обеспечения робототехнических систем : учебное пособие / О. М. Раводин ; Томский государственный университет. - Томск : Томский государственный университет, 2012. - 115 с.: ил. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000427882>
- Бейзер Б. Тестирование черного ящика : технологии функционального тестирования программного обеспечения и систем : [пер. с англ.] / Борис Бейзер. - СПб. [и др.] : Питер [и др.], 2004. – 317 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- <https://intuit.ru/studies/courses/1040/209/info>
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>
- ...

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакетпрограмм. Включаетприложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (GoogleDocs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформаЮрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБСIPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных(при наличии):

- Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) –  
<https://www.fedstat.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Останин Сергей Александрович, канд. техн. наук, доцент, кафедра компьютерной безопасности, заведующий кафедрой