

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор  
А. В. Замятин

Рабочая программа дисциплины

**Тестирование программ**

по направлению подготовки

**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Информационная безопасность**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
А.Ю. Матророва

Председатель УМК  
С.П. Сущенко

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен формализовать требования к программному обеспечению, спроектировать программное обеспечение, написать программный код, а также проверить работоспособность программного обеспечения и исправить дефекты.

ПК-2 Способен оценить уровень безопасности компьютерных систем и разработать программно-аппаратные средства защиты информации.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1 Осуществляет анализ требований к программному обеспечению, построение формальной модели, проверку работоспособности программного обеспечения и исправление дефектов.

ИПК-1.2 Осуществляет разработку технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие, разработку процедур проверки работоспособности и измерения характеристик программного обеспечения, разработку тестовых наборов данных.

ИПК-1.3 Осуществляет проектирование программного обеспечения, работу с системой контроля версий, рефакторинг и оптимизацию программного кода.

ИПК-2.2 Осуществляет разработку требований по защите, формирование политик безопасности компьютерных систем и сетей, проектирование программно-аппаратных средств защиты информации компьютерных систем.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить математический аппарат методов верификации;
- Освоить работу с программным обеспечением, используемым для верификации (инструмент SPIN в режиме симуляции и верификации, инструмент fsmtestonline для построения полных проверяющих тестов);
- Научиться осуществлять верификацию программ, в том числе, анализировать корректность реализаций алгоритмов защиты информации.

Для достижения поставленной цели и решения заявленных задач используются традиционное обучение и современные образовательные технологии: ИКТ (в т.ч. LMS iDO, цифровые инструменты из п. 13), групповая работа, игровые методы обучения, технология развития критического мышления, развивающее обучение, разноуровневое обучение.

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

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль «Специализация».

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

Второй семестр, экзамен

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Введение в программную инженерию», «Дискретные математические модели».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 180 часов, из которых:

– лекции: 32 ч.

– лабораторные: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

На каждую тему отводится 12 часов аудиторной работы: лекционное занятие (8 часов) и лабораторное занятие (4 часа).

Самостоятельная работа обучающихся является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности; направлена на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений и включает в себя работу с лекционным материалом, выполнение тестов, подготовку к текущей и промежуточной аттестации.

Тема 1. Введение в формальные методы верификации.

Вводная лекция. Основные понятия, определения, цель, задачи, структура курса.

Тема 2. Верификация на основе конечно-автоматной модели.

Эксперименты с конечными детерминированными автоматами. Распознавание неисправности из заданного класса. Построение множества достижимости и множества различимости для детерминированного конечного автомата. Недетерминированные конечные автоматы и отношения между ними. Расширенные и временные автоматы. Тестирование протокольных реализаций (с применением инструмента fsmtestonline)

Тема 3. Верификация моделей программ (model checking).

Структура Крипке. Автомат Бюхи. Темпоральная (временная) логика линейного времени (LTL). Темпоральная (временная) логика ветвящегося времени (CTL). Применение темпоральных логик для задания свойств системы.

Тема 4. Язык Promela и верификатор Spin.

Синтаксис языка Promela. Работа с верификатором SPIN в режиме верификации (проверка заданного свойства) и в режиме симуляции.

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

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

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Важность выполнения лабораторных работ в семестре и допуск к зачету на основе того факта, что лабораторные работы выполнены, обусловлена тем, что именно при сдаче лабораторных работ проверяется освоение компетенций ИПК-1.3, ИПК-1.2, ИПК-1.1, ИПК-2.2. В ходе самого устного зачета более глубоко и тщательно проверяется компетенция ИПК-1.1.

### **Перечень теоретических вопросов:**

1. Что такое верификация.
2. Этапы формальной верификации.
3. Разновидности методов формальной верификации.
4. Проверка эквивалентности.
5. Диагностические и установочные эксперименты с детерминированными конечными автоматами.
6. Отношения соответствие для недетерминированных конечных автоматов.
7. Структура Крипке.
8. Отличие темпоральной логики линейного времени (LTL) от классической математической логики.
9. Верификатор SPIN: основные возможности.
10. Язык Promela. Типы данных.
11. Запись LTL-формул в языке Promela.
12. Язык Promela. Процессы.
13. Язык Promela. Условия, циклы.
14. Язык Promela. Каналы. Взаимодействие рандеву.
15. Семантика выполнимости в Promela.
16. Классы свойств распределенных систем.
17. Язык Promela. Оператор assert.
18. Язык Promela. Блок atomic.
19. Язык Promela. Особый процесс never.
20. Метки состояний (активного, заключительного, принимающего).

Критерии оценки ответа на теоретический вопрос:

Ответ на каждый вопрос оценивается в 100 баллов.

81-100: полно раскрыто содержание материала вопроса; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; специальные термины используются правильно; определения и формулы приведены верно; допущены одна–две неточности при освещении вопросов, которые исправляются по замечанию преподавателя.

61-80: вопрос изложен систематизировано и последовательно; формулы приведены верно; продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа, или допущены один–два недочета при освещении содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя.

31-60: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий и легко устранимые недочеты в записи формул, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов.

0-30: полностью отсутствует ответ; не раскрыто основное содержание вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части вопроса; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии и записи формул, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

**Задания для лабораторных работ**

1. **Лабораторная работа 1.** Распознавание неисправности из заданного класса.  
**Задание:** Дан эталонный автомат. Также предъявлен для экспериментов «черный ящик» – про него известно, что это неисправная реализация эталонного автомата и явно задан тип ошибки. Путем эксперимента требуется определить таблицу

- переходов-выходов предъявленного автомата.
- Лабораторная работа 2.** Построение множества достижимости и множества различимости для детерминированного конечного автомата. **Задание:** Для заданного детерминированного полностью определенного конечного автомата построить множество достижимости. Для заданного детерминированного полностью определенного приведенного конечного автомата построить множество различимости.
  - Лабораторная работа 3.** Тестирование протокольных реализаций (с применением инструмента fsmtestonline). **Задание:** по спецификации выбранного протокола построить формальную модель (конечный автомат). Построить тест на основе формальной модели при помощи инструмента fsmtestonline.ru. Подать тест на реализацию протокола. Написать краткий отчет, содержащий модель, тест, описание процесса тестирования, выводы.
  - Лабораторная работа 4.** Работа с верификатором SPIN в режиме верификации (проверка заданного свойства) и в режиме симуляции (взаимодействие процессов; протокол выбора лидера в однонаправленном кольце; решение задачи о волке, козе и капусте; криптографический протокол Нидхама-Шредера (поиск атаки)).

Критерии оценки выполнения лабораторных работ

Выполнение лабораторной работы/контрольного задания оценивается в 100 баллов:  
0-20 Студент не разбирается в задаче, не знает методов решения, не отвечает, либо отвечает, но с грубыми ошибками на вопросы преподавателя.

21-40 Студент слабо разбирается в задаче, плохо знает методы решения, не отвечает, либо отвечает, но с ошибками на вопросы преподавателя.

41-60 Студент в целом удовлетворительно разбирается в задаче, использует методы решения при подсказке преподавателя, отвечает на вопросы неуверенно, но с негрубыми ошибками. Представляет работу на защите удовлетворительно.

61-80 Студент в целом уверенно разбирается в задаче, знает и использует методы решения практически самостоятельно, отвечает на вопросы с замечаниями. Представляет работу на защите в целом хорошо, с замечаниями.

81-100 Студент отлично разбирается в задаче, знает и использует методы решения самостоятельно, отвечает на вопросы уверенно. Представляет работу на защите отлично, уверенно.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии выставления оценок:

Отлично - студент в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами обязательного материала по разделам лекционного курса, показал все требуемые умения и навыки при выполнении заданий на лабораторных занятиях.

Хорошо - студент овладел обязательным материалом по разделам лекционного курса, возможно с некоторыми недостатками, а также показал все требуемые умения и навыки при выполнении заданий на лабораторных занятиях.

Удовлетворительно - студент имеет недостаточно глубокие знания по теоретическим разделам обязательного материала дисциплины, но показал все требуемые умения и навыки при выполнении заданий на лабораторных занятиях.

Неудовлетворительно - студент имеет существенные пробелы по отдельным теоретическим разделам специальной дисциплины или не показал требуемые умения и навыки при выполнении заданий на лабораторных занятиях.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в LMS IDO.  
б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Семинарских / практических занятий по дисциплине нет.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа организуется в следующих формах:

- работа со слайдами лекции;
- изучение вопросов, выносимых за рамки лекционных занятий;
- выполнение контрольных заданий;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.

Работу со слайдами (конспектом) лекции целесообразно проводить непосредственно после ее прослушивания. Необходимым является глубокое освоение содержания лекции и свободное владение им, в том числе использованной в ней терминологии. Изучение вопросов, выносимых за рамки лекционных занятий, предполагает самостоятельное изучение студентами дополнительной литературы. Контрольные задания и лабораторные работы, приведенные в планах занятий, выполняются студентами в обязательном порядке.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Кудрявцев В.Б. Теория автоматов: Учебник для бакалавриата и магистратуры / Кудрявцев В.Б., Алешин С.В., Подколзин А.С. - Москва: Юрайт, 2019. - 320 с.

– Старолетов С.М. Основы тестирования и верификации программного обеспечения / Старолетов С.М. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 344 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/138181>.

– Камкин А.С. Введение в формальные методы верификации программ: учебное пособие / А.С. Камкин. – Москва: МАКС Пресс, 2018. – 272 с.

б) дополнительная литература:

– Шошмина И.В., Карпов Ю.Г. Введение в язык Promela и систему комплексной верификации Spin. Учебное пособие – СПб.: СПбГПУ, 2010. – 111 с.

– Евтушенко Н.В. Недетерминированные автоматы: анализ и синтез: учебное пособие, ч.1 / Н. В. Евтушенко, А.Ф. Петренко, М.В. Ветрова. Томск: Том. гос. ун-т, 2006. – 142 с.

– Евтушенко Н.В. Недетерминированные автоматы: анализ и синтез: учебное пособие, ч.3 / Н.В. Евтушенко, М.Л. Громов, Н.В. Шабалдина. Томск: Том. гос. ун-т, 2013. – 57 с.

– Гилл А. Введение в теорию конечных автоматов / А. Гилл; под ред. П.П. Пархоменко. М.: Наука, Физматлит, 1966, 272 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] / Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>.

– Шабалдина Н.В., Прокопенко С.А., Торгаев С.Н., Громов М.Л., Лапутенко А.В. Математика в тестировании дискретных систем [Электронный ресурс]. – URL: <https://stepik.org/course/73866>.

– Test Generation for Finite State Machine [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fsmtestonline.ru/>

- Карпов Ю.Г., Шошмина И.В. Математическая логика [Электронный ресурс]. – URL: <https://openedu.ru/course/spbstu/MATLOG/>.
- Verifying Multi-threaded Software with SPIN. – URL: <http://spinroot.com/>

### **13. Перечень информационных технологий**

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
  - Верификатор SPIN. – URL: <http://spinroot.com/>
  - Инструмент для построения тестов Test Generation for Finite State Machine. – URL: <http://www.fsmtestonline.ru/>

- 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/>

- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.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.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

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

Шабалдина Наталия Владимировна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры компьютерной безопасности

Останин Сергей Александрович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры компьютерной безопасности