**Программа учебной дисциплины «**Формальные методы в программной инженерии**»**

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.

|  |  |
| --- | --- |
| Автор  | Евтушенко Нина Владимировна |
| Число кредитов  | 10 |
| Контактная работа (час.)  | 128  |
| Самостоятельная работа (час.)  | 252 |
| Курс  | 1 |
| Формат изучения дисциплины | без использования онлайн курса |

1. **ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

Целью освоения дисциплины «Формальные методы в программной инженерии» является изучение основных принципов использования формальных методов в программной инженерии, в том числе, изучение основных математических моделей и методов их анализа и синтеза и получение навыков анализа и проектирования программного обеспечения с использованием формальных методов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

− основные математические модели и методы их анализа и синтеза для разработки и верификации/тестирования программного обеспечения;

− основные достоинства и недостатки известных формальных методов анализа качества программного обеспечения;

**уметь:**

− применять известные формальные методы при проектировании программного обеспечения на языках высокого и низкого уровней;

− адаптировать известные методы и разрабатывать новые для проектирования и анализа программного обеспечения;

**владеть:**

− навыками проектирования программного обеспечения в соответствии с его жизненным циклом;

− верификации и тестирования программного обеспечения, в том числе, на основе формальных моделей.

Изучение дисциплины «Формальные методы верификации и тестирования телекоммуникационных протоколов и сервисов» базируется на следующих дисциплинах:

• «Дискретная математика»,

• «Программирование»,

• «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов»,

• «Построение и анализ алгоритмов»,

• «Архитектура вычислительных систем»

.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

* знать основные разделы дискретной математики;
* знать основные принципы разработки алгоритмов;
* обладать навыками разработки программ в языках высокого уровня.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

* формальные методы верификации и тестирования телекоммуникационных протоколов и сервисов;
* Подготовка ВКР.

.

1. **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Тема 1. Введение.**

Формальные методы в программной инженерии. История появления формальных методов и оценки эффективности их использования. Необходимость их использования.

**Тема 2. Модели с конечным числом переходов**

Конечные автоматы и полуавтоматы, расширенные и временные автоматы, композиция автоматных моделей, сети Петри. Обсуждение использования моделей с бесконечным числом состояний и переходов. Основные задачи анализа данных моделей, их связь с анализом качества прикладного и системного программного обеспечения. Сложность задач анализа моделей с конечным числом переходов. Идентификация состояний в автоматных моделях. Построение проверяющих тестов с гарантированной полнотой на основе классических и неклассических автоматных моделей. Полнота проверяющих тестов. Многокомпонентные программные системы. Композиция автоматных моделей. Задачи анализа композиции; осцилляции и тупики. Сети Петри.

**Тема 3. Тестирование и верификация программного обеспечения на основе формальных моделей**.

Использование верификаторов SPIN и JPF. Тестирование на соответствие спецификации и совместимости. Отношения соответствия (конформности) для моделей с конечным числом состояний / переходов. Тестирование программных реализаций на соответствие спецификации с использованием автоматных моделей. Синтез проверяющих тестов для программных реализаций на основе расширенных и временных автоматов. Тестирование автоматных композиций на совместимость, проверка наличия тупиков и зацикливаний.

**Тема 4. Проектирование программного обеспечения с использованием формальных моделей и методов.**

Автоматное программирование. Автоматическое и полуавтоматическое проектирование программного обеспечения по автоматному описанию, например, UML. Достоинства и недостатки автоматической кодогенерации.

1. **ОЦЕНИВАНИЕ**

# **Оценочные средства** для текущего контроля студента.

1. **Лабораторная работа** по синтезу тестов по неформальному описанию дискретной системы (по выбору преподавателя). Описание системы автоматной моделью, синтез тестов с гарантированной полнотой на основе автоматной модели. **Домашнее задание**: отчет по лабораторной работе.
2. **Контрольная работа**. Тестирование на основе неклассических автоматных моделей.

**Критерии оценки знаний, навыков**

В рамках курса слушателям предлагается выполнить домашнее задание, контрольную работу, сдать два итоговых экзамена. Оценки за контрольную работу, за домашнее задание и за каждый экзамен выставляются по 10-ти балльной шкале.

**Порядок формирования оценок по дисциплине**

Оценка за первый семестр (итоговая оценка Оитог.1) складывается из накопленной оценки 1 семестра (Онакопл.1) и оценки за устный экзамен в конце 2-го модуля (Оэкз.1):

Онакопл.1 = Одом.зад.; Оитог.1 = 0.5⋅Онакопл.1 + 0.5⋅Оэкз.1.

Оценка за второй семестр (итоговая оценка Оитог.2) складывается из накопленной оценки (Онакопл.2) и оценки за устный экзамен в конце 4-го модуля (Оэкз.2), в то время как Онакопл.2 складывается из Оитог.1 и оценки за контрольную работу (Оконтр.)

Онакопл.2 = 0.7⋅Оитог.1 + 0.3⋅Оконтр.;

Оитог.2 = 0.5⋅Онакопл.2 + 0.5⋅Оэкз.2;

Оценка за 2-й семестр (Оитог.2) является результирующей.

Способ округления оценок – арифметический.

1. **ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Примеры контрольных вопросов для экзамена**

1. Что такое конечный автомат? Какова семантика входных и выходных символов конечного автомата? Каким образом представляется последовательностная функция посредством конечного автомата?
2. Какие существуют модели неисправности на основе конечного автомата? Какие Вам известны методы построения тестов с гарантированной полнотой по конечному автомату?
3. Что такое тестирование на соответствие спецификации?
4. Что такое тестирование многокомпонентного программного обеспечения на совместимость?
5. Тестирование протокольных реализаций: к каких случаях удобно использовать активное и пассивное тестирование?
6. Верификаторы SPIN и JPF. Какова их роль в современной верификации программного обеспечения?

7. Какие существуют этапы проектирования программного обеспечения?

8. Что такое автоматное программирование?

9. Каковы достоинства и недостатки автоматической генерации программного кода?

1. **РЕСУРСЫ**
	1. **Основная литература**
2. А. Гилл. Введение в теорию конечных автоматов [Электронный ресурс] / Режим доступа:

<http://www.retrolib.narod.ru/books21/1966_gill.pdf>

1. Крупский В. Н. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие для бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки "Информатика и вычислительная техника", "Информационные системы"] / В. Н. Крупский, В. Е. Плиско. - Москва : Академия, 2013. – 415 с.
2. В. Б. Кудрявцев, И. С. Грунский, В. А. Козловский. Анализ и синтез абстрактных автоматов. Фундаментальная и прикладная математика, 2009, том 15, No 4, с. 101—175.
3. Н.И. Поликарпова, А.А. Шалыто. Автоматное программирование. Санкт-Петербург, 2008, 147 с.

* 1. **Дополнительная литература**
1. Н. В. Евтушенко, и др. Н.В. Недетерминированные автоматы: анализ и синтез: учебное пособие, ч.1-4 /.. Томск: Изд-во Том. гос. университета, 2006 – 2013 гг.
2. SPIN [Электронный ресурс] / Режим доступа:

<https://spinroot.com>

1. В. Ф. Романов. Лекции по теории автоматов. Часть 1. Теория абстрактных автоматов [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1409/3/00298.pdf>
2. Proceedings of Intern Conf. on Software Testing, ICST, 2008 -2015, and Testing Systems and Software, ICTSS, 1991 – 2018 (ранее: on Protocol Testing)
	1. **Программное обеспечение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
|   1. |  Microsoft Windows 7 Professional RUSMicrosoft Windows 10Microsoft Windows 8.1 Professional RUS | *Из внутренней сети университета*  |
| 2. | Microsoft Office Professional Plus 2010 | *Из внутренней сети университета*  |

* 1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);

мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены ­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­ персональными компьютерами, с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.