

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе, качеству  
образования – первый проректор  
Магуров Г. А.  
подпись  
«27» апреля 2018 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.03.02 «Верификация методом Model-Checking»

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки

специальность 01.04.02 Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /

специализация "Математическое и программное обеспечение

вычислительных систем"

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника магистр

(бакалавр, магистр, специалист)

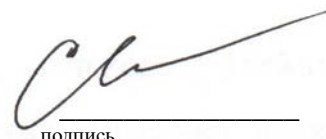
Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины «Верификация методом Model-Checking» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Программу составил(и):

С.Г. Сеница, к.т.н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины «Верификация методом Model-Checking» утверждена на заседании кафедры информационных технологий протокол №13 от 07 апреля 2018г.

И.о. заведующего кафедрой Подколзин В.В.

фамилия, инициалы



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных технологий протокол №13 от 07 апреля 2018г.

И.о. заведующего кафедрой Подколзин В.В.

фамилия, инициалы



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол №1 от 20 апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Малыхин К.В.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

доцент кафедры математического моделирования ФГБОУ «КубГУ»

Рубцов С. Е.

кандидат физико-математических наук, доцент ,  
заведующий кафедрой СГЕНД  
СКФ ФГБОУ ВО «Российский  
государственный университет правосудия»

Бегларян М. Е.

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины.**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Изучить принципы верификации методом Model Checking.

Воспитательной целью дисциплины является формирование у студентов научного, творческого подхода к освоению технологий, методов и средств построения конечных автоматов и обработки дискретной информации.

Содержательное наполнение дисциплины обусловлено общими задачами в подготовке магистратуры.

Научной основой для построения программы данной дисциплины является теоретико-прагматический подход в обучении.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

Основные задачи дисциплины на основе системного подхода

- иметь знания по методам верификации ПО
- изучить принципы верификации методом Model Checking.
- владеть навыками верификации систем на практике.

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

Дисциплина «Верификация методом Model-Checking» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина взаимодействует для формирования компетенций с дисциплинами общенаучного цикла: «Сервис-ориентированные архитектуры и web-сервисы», «Распределенные программные системы», «Современные компьютерные технологии», «Анализ информационных технологий»; «Объектно-ориентированные CASE-технологии», «Проектирование ПО на основе моделей».

Требованием к «входным» знаниям является понимание основ математической логики, теории графов, конечных автоматов.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Элементы общекультурных и профессиональных компетенций, формируемые полностью или частично данной дисциплиной:

ПК-3	способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности
ОПК-4	способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики

Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
ПК-3	Знать основные принципы, алгоритмы и структуры для	Уметь применять математические методы и аннотировать	Владеть инструментами верификации системного и

	верификации системного и прикладного программного обеспечения методом model checking	программы для верификации в подходящих формальных языках.	прикладного программного обеспечения методом model checking
ОПК-4	Знать основные принципы, алгоритмы и структуры верификации методом model checking в области прикладной математики и информатики	Уметь использовать и применять верификацию методом model checking	Владеть способностью использовать и применять углубленные знания в области верификации методом model checking

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)				
		1				
<b>Контактная работа, в том числе:</b>						
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>			-	-	-	
Занятия лекционного типа	16	16	-	-	-	
Лабораторные занятия	16	16	-	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>						
Контроль самостоятельной работы (КСР)			-	-	-	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	-	-	-	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>						
Проработка учебного (теоретического) материала	40	40	-	-	-	
Подготовка к выполнению лабораторных работ	33	33	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	2,8	2,8	-	-	-	
<b>Контроль:</b>						
Подготовка к экзамену	-	-	-	-	-	
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>32,2</b>	<b>32,2</b>	-	-	-
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	-	-	-

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в семестре 1 (очная форма).

Вид промежуточной аттестации: зачет.

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауди торная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Обзор принципов Model Checking	45	10		2	33
2	Верификация на практике	58	6		12	40
3	Обзор изученного материала и сдача зачета	4,8			2	2.8
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	<b>Всего:</b>	108	16		16	75.8

### 2.3 Содержание разделов дисциплины:

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Обзор принципов Model Checking	Рассматриваются проблема верификации, темпоральные логики, алгоритмы model checking для CTL и LTL, структуры Крипке как модели реагирующих систем, спецификация свойств реагирующих систем формулами темпоральной логики, двоичные разрешающие диаграммы, символьная верификация, количественный анализ систем и системы реального времени, а также применение фундаментальных идей алгоритма model checking в различных приложениях.	собеседование, решение задач
2	Верификация на практике	Изучение и работа с программой Spin, разбор примеров, верификация программ.	собеседование, решение задач

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Раздел	Тема лекции	Содержание лекции	Форма текущего контроля
1	Обзор принципов Model Checking	Моделирование программ и систем	Структуры Крипке, введение в SPIN	собеседование, решение задач
2	Обзор принципов Model Checking	Спецификация проверяемых свойств	Темпоральная логика, CTL, LTL, примеры для SPIN	собеседование, решение задач
3	Обзор принципов	Обзор и сравнение программ для	NASA/JPL, SMV, SPIN	собеседование, решение задач

	Model Checking	ModelChecking		
4	Обзор принципов Model Checking	Разбор примеров верификации программ	Примеры	собеседование, решение задач
5	Обзор принципов Model Checking	Разбор примеров верификации параллельных программ	Алгоритм Паттерсона, примеры протоколов	собеседование, решение задач
6	Обзор принципов Model Checking	Алгоритмы верификации и редукции	Разбор алгоритмов, реализованных в SPIN	собеседование, решение задач

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Раздел	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия	Форма текущего контроля
1	Верификация на практике	LTL и CTL.	Решение задач.	собеседование, решение задач
2	Верификация на практике	LTL и CTL.	Решение задач.	собеседование, решение задач
3	Верификация на практике	LTL и CTL.	Решение задач.	собеседование, решение задач
4	Верификация на практике	LTL и CTL.	Решение задач.	собеседование, решение задач
5	Верификация на практике	LTL и CTL.	Решение задач.	собеседование, решение задач
6	Верификация на практике	LTL и CTL.	Решение задач.	собеседование, решение задач
7	Верификация на практике	Spin	Верификация с помощью программы Spin. Разбор примеров. Решение задач.	собеседование, решение задач
8	Верификация на практике	Spin	Верификация с помощью программы Spin. Разбор примеров. Решение задач.	собеседование, решение задач
9	Верификация на практике	Spin	Верификация с помощью программы Spin. Разбор примеров. Решение задач.	собеседование, решение задач

10	Верификация на практике	Spin	Верификация с помощью программы Spin. Разбор примеров. Решение задач.	собеседование, решение задач
11	Верификация на практике	Spin	Верификация с помощью программы Spin. Разбор примеров. Решение задач.	собеседование, решение задач
12	Верификация на практике	Spin	Верификация с помощью программы Spin. Разбор примеров. Решение задач.	собеседование, решение задач

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Обзор принципов Model Checking	1. Карпов, Ю. Г.. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем / СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 551 с. : ил. - Библиогр. : с. 535-546. - ISBN 9785977504041. 2. Стандарты оформления исходного кода программ и современные интегрированные среды разработки программного обеспечения: учеб.-метод.пособие. Ю.В. Кольцов, А.В.Уварова, С.Г.Синица [и др.] – Краснодар: Кубанский гос.ун-т, 2017
2.	Верификация на практике	1. Карпов, Ю. Г.. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем / СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 551 с. : ил. - Библиогр. : с. 535-546. - ISBN 9785977504041. 2. Стандарты оформления исходного кода программ и современные интегрированные среды разработки программного обеспечения: учеб.-метод.пособие. Ю.В. Кольцов, А.В.Уварова, С.Г.Синица [и др.] – Краснодар: Кубанский гос.ун-т, 2017

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3 Образовательные технологии.**

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

– Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

– Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

– Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

– Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

– Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

– Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

– Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

– Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

– Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

– Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

– Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

– работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;



– проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

– анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

– развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
1	Л, ЛР	Занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	8
<b>Итого</b>			8

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### **4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

Перечень задач текущего контроля по темам:

##### **Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:**

ПК-3 способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности

ОПК-4 способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики

### Пример задач текущего контроля:

Смоделировать в SPIN проверку следующих условий с помощью LTL.

Продемонстрировать пример с выполнением и не выполнением условия.

1. В теле цикла всегда верно: если значение глобальной переменной  $a > 5$ , то значение глобальной переменной  $b = 5$ .

```
#define Q p@iter_begin
```

```
#define R p@iter_end
```

```
#define A a > 5
```

```
#define B b == 5
```

```
byte a;
```

```
byte b;
```

```
byte i;
```

```
active proctype p() {
```

```
  b = 4;
```

```
  b = 4;
```

```
  a = 4;
```

```
  i = 1;
```

```
  do
```

```
  :: i > 5 ->
```

```
    printf("%d", i);
```

```
    inc(i);
```

```
  od
```

```
  printf("%d", a);
```

```
}
```

```
ltl condition1 { []((Q && !R && <>(R)) -> ((A -> B) U R)) }
```

Если "сразу за", то использовать оператор X и gcc запускать с ключем -DNXT:

```
[] (A -> X (B))
```

2. До наступления события "процесс p находится на метке enter" всегда верно: если наступило событие "значение глобальной переменной  $a = 3$ ", то до него наступило событие "значение глобальной переменной  $b = 5$ ".

3. Если процесс 1 находится в секции кода между метками enter\_block1 и leave\_block1, то процесс 2 находится в секции кода между метками enter\_block2 и leave\_block2.

4. Если процесс прошел метку enter\_critical, то он рано или поздно пройдет метку leave\_critical и после этого значение глобальной переменной state не равно working.

5. После наступления события "глобальная переменная state = working" и до наступления события "глобальная переменная state = finished" всегда верно: значение глобальной переменной  $a > 2$ .

6. До наступления события "процесс p находится на метке finish" всегда верно: сразу за событием "значение глобальной переменной  $x = 1$ " наступает событие "значение глобальной переменной  $y = 1$ ".

7. После наступления события "процесс p находится на метке start" в первый раз событие "процесс p находится на метке finish" обязательно наступает ровно один раз.

8. До выполнения события "процесс p находится на метке finish" событие "значение глобальной переменной  $k = 1$ " наступает не менее одного раза.
9. Между событиями "процесс p находится на метке start" и "процесс p находится на метке finish" верно: если наступило событие "процесс p находится на метке run", то до него было событие "значение глобальной переменной  $input = 1$ ".
10. Сразу после выхода из цикла верно: сразу за событием "значение глобальной переменной state равно finished" наступает событие "процесс p находится на метке finish".
11. В теле цикла всегда верно: если значение глобальной переменной  $input = 1$ , то значение глобальной переменной  $a = 3$ .

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)**

#### **Вопросы к зачету:**

ПК-3 способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности

ОПК-4 способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики

- Принципы Model Checking, виды темпоральных логик (CTL, LTL, PCTL, TCTL)
- Модель Крипке, пример
- SPIN: основные версии, модель Promela
- SPIN: процессы, пример программы
- SPIN: переменные и типы, пример программы
- SPIN: предложения, реализация параллелизма, пример программы
- SPIN: операторы if, do, atomic, d\_step, пример программы
- SPIN: каналы, пример программы
- Семантика LTL: всегда, рано или поздно, пример LTL
- Семантика LTL: в следующем состоянии, сильный Until, пример LTL
- Семантика LTL: слабый Until, LTL в SPIN, пример LTL
- Алгоритм Model Checking для CTL, пример
- Алгоритм Model Checking для LTL, пример
- Бинарные решающие диаграммы, свойства, операции, применение
- Символьный алгоритм Model Checking для CTL, пример
- Алгоритм Model Checking для PCTL, пример
- Алгоритм Model Checking для TCTL, пример
- SPIN optimization: partial order reduction
- SPIN optimization: bitstate hashing
- SPIN optimization: minimised automaton representation of reachable states
- SPIN optimization: state vector compression
- SPIN optimization: dataflow analysis and slicing algorithm
- Обзор и сравнение программ для ModelChecking: NASA/Java PathFinder JPF (для Java кода)
- Обзор и сравнение программ для ModelChecking: SMV (символьный)
- Обзор и сравнение программ для ModelChecking: Uppaal (в реальном времени)
- Обзор и сравнение программ для ModelChecking: Kronos (в реальном времени)

Компонентом промежуточного контроля по дисциплине являются решение варианта итоговой контрольной работы комплексной задачи из списка задач к промежуточной

аттестации и ответа на два теоретических вопроса. Максимальное количество баллов, которые студент может получить за ответ вопрос составляет 10 баллов Максимальное количество баллов, которые студент может получить за правильное решение одной задачи 2 балла.

В случае решения контрольных работ текущего контроля на продвинутом уровне допускается возможность учитывать результат в качестве решения задач итоговой контрольной работы.

**Критерии оценки:**

<b>Оценка</b>	
<b>Незачет</b>	<b>Зачтено</b>
студент получил менее 10 баллов за ответы на вопросы Итоговой контрольной работы или менее 3 баллов за решение задач контрольной работы	студент получил не менее 10 баллов за ответы на вопросы Итоговой контрольной работы и не менее 3 баллов за решение задач контрольной работы

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

**5.1 Основная литература:**

1. Абдулаев, В.И. Программная инженерия : учебное пособие / В.И. Абдулаев ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. - Ч. 1. Проектирование систем. - 168 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8158-1767-8 (ч. 1); ISBN 978-5-8158-1766-1 ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459449>

2. Яхонтов, С.В. Современные методы и инструменты формальных спецификаций и дедуктивной верификации императивных программ : учебное пособие / С.В. Яхонтов ; Санкт-Петербургский государственный университет. - Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2014. - 146 с. - Библиогр.: с. 137-143. - ISBN 978-5-288-05544-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458129>

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Верификация моделей программ: Model Checking / Кларк, Эдмунд М.,мл., Грамберг, Орна, Пелед, Дорон ; Пер.с англ.В.Захарова и др.под ред.Р.Смелянского. - М. : Изд-во Моск.центра непрерывного матем.образования, 2002. - 416с. : ил. - Библиогр.:с.377-399(251назв.). - ISBN 0262032708. - ISBN 5940570542.
2. Сеницын, С.В. Верификация программного обеспечения : курс / С.В. Сеницын, Н.Ю. Налютин ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 367 с. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9556-0092-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233487>

### **5.3 Периодические издания:**

1. Прикладная информатика
2. Дискретная математика

### **6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Проверка\\_моделей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Проверка_моделей)
2. [http://is.ifmo.ru/verification/\\_model\\_checking.pdf](http://is.ifmo.ru/verification/_model_checking.pdf)
3. [http://mk.cs.msu.ru/images/4/4a/Lecture\\_Verification\\_7.pdf](http://mk.cs.msu.ru/images/4/4a/Lecture_Verification_7.pdf)

### **7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

По дисциплине предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. После прослушивания лекции рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

По дисциплине предусмотрено проведение практических занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются применения изученного теоретического материала для решения задач. После практического занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов решений задач

Важнейшим этапом дисциплины является самостоятельная работа по дисциплине «Теория конечных автоматов и ее приложение». В процессе самостоятельной работы студент приобретает навык создания конечных автоматов и формализации процесса компиляции.

Для самоконтроля студентов предлагается ряд тестовых заданий, которые можно

выполнить, опираясь на перечисленные выше литературные источники.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

Программное обеспечение Spin

Программы для безопасной демонстрации и создания презентаций

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

<b>№</b>	<b>Вид работ</b>	<b>Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащённость</b>
1.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.