

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор

подпись

« 27 » 04



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.02 «СПЕЦИФИКАЦИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ
ВЫЧИСЛИМЫМИ ЛОГИКАМИ»**

Направление

подготовки/специальность 02.04.02 **Фундаментальная информатика и
информационные технологии**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /

специализация Магистерская программа "Компьютерные науки"

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая магистратура

(академическая /прикладная)


Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника магистр

(бакалавр, магистр, специалист)

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.02 “Спецификация и верификация вычислимыми логиками” составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (уровень магистратуры).

Составитель:  С.А. Жуков кандидат физико-математических наук, доцент кафедры вычислительных технологий

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительных технологий протокол № 7 «03» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Миков А.И.

фамилия, инициалы



подпись

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры вычислительных технологий протокол № 7 «03» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Миков А.И.

фамилия, инициалы



подпись

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

Председатель УМК факультета



К.В. Малыхин

Руководитель магистерской программы



подпись

А.И. Миков

Рецензенты:

Зайков В.П., ректор НЧОУ ВО “Кубанский институт информзащиты” д. экон. наук, к.т.н., доцент.

Гаркуша Олег Васильевич, доцент кафедры информационных технологий ФБГОУ ВО «Кубанский государственный университет», канд. физ.-мат. наук.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью преподавания и изучения дисциплины «Спецификация и верификация вычислимыми логиками» является формирование у магистрантов способности понимать и составлять функционально-поведенческие спецификации создаваемых реактивных систем, логические модели для таких систем, а также знать основные подходы и методы проверки выполнимости логических спецификаций на моделях реактивных систем.

1.2 Задачи дисциплины

Студент должен **знать** основные понятия, подходы и методы спецификации реактивных систем (программ, цифровых схем, коммуникационных протоколов), методы и технологии модельной проверки таких систем; **уметь** применять современные средства описания моделей реактивных систем и функционально-поведенческой спецификации; **владеть** технологиями модельной проверки реактивных систем на их соответствие заданным спецификациям.

1.3 Место дисциплины (модуля) в образовательной программе

Дисциплина «Спецификация и верификация вычислимыми логиками» относится к базовой части (Б1.Б.02) профессиональных дисциплин.

Для изучения дисциплины необходимо знание основ алгебры, дискретной математики, теории алгоритмов и вычислительных процессов. Знания, получаемые при изучении этой дисциплины, используются при изучении других дисциплин учебного плана магистра (параллельные базы данных, всеохватывающий компьютеринг, высокопроизводительные технологии программирования, прикладные логики агентных систем), а также при работе над магистерской диссертацией.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих **профессиональных компетенций**:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-2	Готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	Принципы действий в нестандартных ситуациях, фундаментальные концепции и подходы в области создания надежных программных систем	действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	методами верификации практических решений в области информационных технологий
2.	ОПК-4	Способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые	Методы приобретения и использования в практической деятельности новых знаний и	Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и	Знаниями, которые находятся на передовом рубеже данной науки,

	знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение	умений, стандарты качества программных систем	умения, в том числе, в области фундаментальных концепций и средств специфицирования поведения сложных систем	инструментами проверки правильности архитектуры информационных систем
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			В			
Контактная работа, в том числе:		56,3	56,3			
Аудиторные занятия (всего):		56	56			
Занятия лекционного типа		28	28	-	-	-
Лабораторные занятия		28	28	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:		61	61			
Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		57	57	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)				-	-	-
Реферат		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		4	4	-	-	-
Контроль:		экзамен	экзамен			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7	-	-	-
Общая трудоёмкость	час.	144	144	-	-	-
	в том числе контактная работа	56,3	56,3			
	зач. ед	4	4			

2.2 Структура дисциплины

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

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Моделирование реактивных систем	10	2	-	2	6

2	Логическая спецификация реактивных систем	16	2	–	4	10
3	Темпоральные логики	21	4	–	4	13
4	Модельная проверка	25	8	–	6	11
5	Символьная верификация моделей	24	8	–	6	10
6	Программный инструментарий для модельной проверки	21	4		6	11
7	Подготовка к экзамену	26,7				
8	ИКР	0,3				
	Итого по дисциплине:	144	28	–	28	61

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, КРС – контрольно-самостоятельная работа студента, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Моделирование реактивных систем	Понятие реактивной системы (РС). Модель Крипке. Подход к описанию РС моделью Крипке. Пример.	ЛР
2	Логическая спецификация реактивных систем	Логическое описание цифровой схемы моделью Крипке. Трансляция типовой программы в модель Крипке.	ЛР
3	Темпоральные логики	Характеристика темпоральной логики. Логики LTL, STL и CTL*	ЛР
4	Модельная проверка	Семантика темпоральной логики. Смысл модельной проверки. Автоматы Бюхи и их свойства. Алгоритмический базис модельной проверки.	ЛР
5	Символьная верификация моделей	Логические функции в форме OBDD. Топологическая трактовка темпоральных операторов. Алгоритмы вычисления неподвижных точек.	ЛР
6	Программный инструментарий для модельной проверки	Характеристика систем SPIN, SMV. Назначение и возможности языка Promela.	ЛР

2.3.2 Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№ работы	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Построение моделей Крипке для цифровых схем и систем переходов	ЛР
2	Построение моделей Крипке для последовательных программ	ЛР
3	Построение моделей Крипке для параллельных программ	ЛР
4–5	Использование темпоральных логик. Выполнимость формул на заданных моделях Крипке	ЛР
6–8	Построение автоматов Бюхи и их анализ на выявление компонент сильной связности.	ЛР
9–11	Построение OBDD для логических формул. Вычисление неподвижных точек заданных преобразователей предикатов.	ЛР
12–14	Применение языка Promela для спецификации и модельной проверки небольших систем.	ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом 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	2	3
1	Индивидуальное задание	Стандарты оформления исходного кода программ и современные интегрированные среды разработки программного обеспечения: учеб.-метод. пособие/ Ю.В.Кольцов [и др.]. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. – 111 с., утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол № 7 от 9.04.2015.

3. Образовательные технологии

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- технология разноуровневого обучения (дифференцированное обучение);
- технология коллективного взаимодействия (организованный диалог, коллективный способ обучения).

Технология адаптивного обучения (индивидуализированное обучение).

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
V	Л	Компьютерные презентации и обсуждение	28
	ЛР	Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов)	28
Итого:			56

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения заданий, лабораторных работ, средств итоговой аттестации (экзамен в семестре В).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- ответов на теоретические вопросы при сдаче лабораторных работ;
- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Перечень вопросов к экзамену

1. Понятие реактивной системы и примеры реактивных систем. Постановка задачи модельной проверки и ее отличие от дедуктивной верификации.
2. Определение модели Крипке и развертка модели. Пример модели Крипке.
3. Логическое описание модели Крипке. Пример логического описания.
4. Логическое описание цифровой схемы. Пример описания цифровой схемы.
5. Типовой набор операторов последовательной программы и правила разметки последовательной программы.
6. Правила трансляции размеченной программы в систему логических формул.
7. Смысл условий справедливости, безопасности и живости. Выразимость условий справедливости в модели Крипке.
8. Темпоральные операторы LTL-логики и их свойства. Примеры использования.
9. Кванторы путей в дереве вычислений. Структура формул STL-логики. Смысл формул путей и формул состояния. Примеры STL-формул.
10. Структура формул STL*-логики. Сравнение LTL-логики, STL-логики и STL*-логики.
11. Определение автомата Бюхи. Определение ω -регулярного языка. Трансляция модели Крипке в автомат Бюхи.
12. Обобщенный автомат Бюхи. Определение ω -регулярного языка для обобщенного автомата Бюхи. Теорема о консервативности.
13. Свойства замкнутости класса ω -регулярных языков. Критерий непустоты ω -регулярного языка, определенного заданным автоматом Бюхи.
14. Формулировка модельной проверки через проблему пустоты ω -регулярного языка. Основные шаги алгоритма модельной проверки, основанной на применении автоматов Бюхи и проверки свойства пустоты.
15. Построение автомата Бюхи по заданной LTL-формуле. Представление состояний автомата, отношения переходов и семейства допускающих состояний.
16. Выразимость темпоральных операторов STL-логики через **EX**, **EG**, **EU** и логические связи.
17. Алгоритм разметки состояний модели Крипке формулами STL-логики (за исключением случая формул с **EU**).
18. Алгоритм разметки состояний модели Крипке формулами STL-логики с оператором **EU**.
19. Алгоритм разметки состояний модели Крипке формулами STL-логики с оператором **EG**.
20. Подход к разметке состояний модели Крипке формулами STL-логики, учитывающий условия справедливости.
21. Подход к модельной проверке формулы STL*-логики.
22. Неразрешимость равномерной модельной проверки.

23. Определение двоичного разрешающего дерева для заданной логической формулы и двоичной разрешающей диаграммы по нему. Правила построения упорядоченной двоичной разрешающей диаграммы – OBDD. Примеры OBDD.
24. Представление отношений и множеств упорядоченными двоичными разрешающими диаграммами – OBDD. Подход к представлению модели Крипке OBDD.
25. Преобразователь предикатов на множестве состояний модели Крипке. Свойства монотонности, непрерывности. Определение и смысл неподвижной точки преобразователя предикатов.
26. Свойства монотонных преобразователей предикатов. Вычисление неподвижных точек преобразователей предикатов.
27. Представление темпоральных операторов как неподвижных точек преобразователей предикатов.
28. Структура квантифицированных булевских формул и определение их значений.
29. Символьный алгоритм модельной проверки для CTL-формул.
30. Назначение и структура SPIN. Назначение и структура SMV.
31. Характеристика языка Promela. Типы, работа с каналами. Управление.
32. Задание процессных типов. Процесс init. Задание логических формул в Promela.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, из приведенного выше перечня, и один вопрос по проведенным студентом (в рамках лабораторных работ) исследованиям (практическая часть экзамена).

4.2.2 Критерии оценивания к экзамену

Оценка «отлично»:

- 1) по теоретическим вопросам даны точные формулировки алгоритмов, теорем и правильные доказательства; точные определения математических объектов и ясные и правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями;
- 2) по практической части приведены достоверные результаты исследования и даны подробные пояснения.

Оценка «хорошо»:

- 1) по теоретическим вопросам – при ответе на один вопрос даны точные формулировки алгоритмов, теорем и правильные доказательства; точные определения математических объектов и ясные и правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями; при ответе на второй вопрос имеются неточности формулировки алгоритмов, теорем или пробелы в правильных доказательствах; недостаточно точные определения математических объектов или неясные и не совсем правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями;
- 2) по практической части приведены достоверные результаты исследования и даны подробные пояснения.

Оценка «удовлетворительно»:

- 1) по теоретическим вопросам – при ответе на оба вопроса имеются неточности формулировки алгоритмов, теорем или пробелы в правильных доказательствах; недостаточно точные определения математических объектов или неясные и не совсем правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями;
- 2) по практической части допускается, что по одному из вопросов приведены результаты исследования, значительно (более 50%) отличающиеся от теоретических оценок, и студент не может объяснить расхождение.

Оценка «неудовлетворительно»:

отсутствуют удовлетворительные ответы на два или более вопроса экзаменационного билета.

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

5.1 Основная литература

1. Математическая логика. Алгебра высказываний [Текст] : учебное пособие / О. В. Иванисова, Г. Г. Кравченко, И. В. Сухан ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2017. - 129 с. (50 экз. в библиотеке КубГУ).
2. Элементы математической логики [Текст] : учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы СПО по специальностям "Компьютерные сети", "Программирование в компьютерных системах", "Информационные системы (по отраслям)" / В. И. Игошин. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2017. - 314 с. : ил. - (Профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника). (50 экз. в библиотеке КубГУ).
3. 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. Сеницын С. В., Налютин Н. Ю. Верификация программного обеспечения: курс - Москва: Интернет Университет Информационных Технологий, 2007
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. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233487>
2. Грядовой, Д.И. Логика: задачи и упражнения : учебное пособие / Д.И. Грядовой, Н.В. Стрелкова. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 119 с. : ил., табл., схемы [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115410>

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных работ, контрольной работы, экзамена.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине сиспол

Виды и формы СР, сроки выполнения, формы контроля приведены выше в данном документе.

Для лучшего освоения дисциплины при защите ЛР студент должен ответить на несколько вопросов из лекционной части курса.

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.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационных технологий

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

7.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Microsoft Windows
2. Microsoft Office Professional Plus
3. Kaspersky Security
4. Для ОС Windows: MinGW – Free Microsoft C Runtime and import library definitions.
5. Для ОС Linux, Unix – штатная система C-компилятора gcc.
6. Xspin – система SPIN с графическим интерфейсом под Tk/Tcl

7.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ (<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>).
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" (www.biblioclub.ru).
3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" (<https://e.lanbook.com>).
4. Электронная библиотечная система "Юрайт" (<http://www.biblio-online.ru>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) PowerPoint. ауд. 129, 131, А305.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированными техническими средствами обучения – компьютерный класс, с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (лаб. 102-106.).
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) – компьютерный класс
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, приспособленная для письменного ответа при промежуточной аттестации.
5.	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.