

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
президент
Хагуров Т.А.
05 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.10 «ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ»**

Направление подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и
информационные технологии
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) «Математическое и программное обеспечение
компьютерных технологий»
(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая
(академическая /прикладная)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника бакалавр
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2022

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Верификация программных систем» - сформировать у студентов способность понимать и составлять функционально-логические спецификации создаваемых программ, а также знание основных методов проверки правильности таких программ.

1.2 Задачи дисциплины

В результате освоения дисциплины должны быть решены следующие основные задачи. Студент должен:

- знать основные понятия, подходы и методы спецификации программных систем, методы и технологии верификации программных систем;
- уметь применять базовые методы верификации;
- владеть технологиями, способствующими верификации программных систем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Верификация программных систем» относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре по очной и на – курсе по заочной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Для изучения дисциплины «Верификация программных систем» необходимо знание таких дисциплин, как «Алгебра», «Дискретная математика», «Теория алгоритмов и вычислительных процессов».

Знания, получаемые при изучении дисциплины «Верификация программных систем», используются при изучении таких дисциплин, как «Современные концепции программирования», «Облачные вычисления», «Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты».

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

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ПК-3. Способность понимать и применять в научно- исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естество- знания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	
ПК-3.1: Знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий.	Знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий в области верификации программных систем.
ПК-3.2: Умеет корректно оформить результаты научного труда в соответствии с современными требованиями.	Умеет корректно оформить результаты научного труда в соответствии с современными требованиями в области верификации программных систем.

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ПК-3.3: Имеет практический опыт использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками.	Имеет практический опыт использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками в области верификации программных систем.
ПК-5. Способность приобретать и использовать организационно- управленческие навыки в конкретной профессиональной и социальной деятельности; разрабатывать, реализовывать и управлять процессами жизненного цикла программных продуктов	
ПК-5.1. Знает основы разработки и реализации процессов жизненного цикла программного обеспечения.	Знает основы разработки и реализации процессов жизненного цикла программного обеспечения в области верификации программных систем.
ПК-5.2. Умеет приобретать и использовать организационно- управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности.	Умеет приобретать и использовать организационно- управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности в области верификации программных систем.
ПК-5.3. Имеет практический опыт управления процессами жизненного цикла программных продуктов.	Имеет практический опыт управления процессами жизненного цикла программных продуктов в области верификации программных систем.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Очная	
		7 семестр (часы)	X семестр (часы)
Контактная работа в том числе:	72.3	72.3	
Аудиторные занятия (всего):	68	68	
В том числе:			
Занятия лекционного типа	34	34	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			
Лабораторные занятия	34	34	
Иная контактная работа	0.3	0.3	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
Промежуточная аттестация (ИКР)			

Вид учебной работы	Всего часов	Очная	
		7 семестр (часы)	X семестр (часы)
Самостоятельная работа, в том числе	36	36	
В том числе:			
Курсовая работа			
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	15	15	
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	15	15	
<i>Реферат</i>			
<i>Подготовка к текущему контролю</i>	6	6	
Контроль: экзамен	35.7	35.7	
Общая трудоёмкость	в час	144	144
	в т.ч. контактная работа	72.3	72.3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Анализ понятия надёжности программной системы	16	6		6	4
2.	Прикладная теория логической правильности программы	20	8		8	4
3.	Функциональный подход к спецификации программы	20	6		6	8
4.	Подход Дейкстры по построению программы из доказательства её правильности	24	8		8	8
5.	Средства спецификации программ	23.7	6		6	11.7
	ИТОГО по разделам дисциплины	103.7	34		34	35.7
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	0,3				
	Общая трудоёмкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, КСР – контрольные и самостоятельные работы, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента, Д- доклад, РГЗ – расчётно-графическое задание.

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Логические основы правильности программ	Высказывания. Аксиоматическая теория высказываний. Исчисление предикатов. Примеры прикладных теорий.	Лабораторная работа, экзамен
2	Прикладная теория логической правильности программы	Подход Флойда к верификации алгоритмов. Частичная и тотальная правильность программы. Структурированные программы. Нотация и аксиоматика Хоара для доказательства частичной правильности. Эвристики построения инвариантов. Метод потенциальных функций для доказательства тотальной правильности.	Лабораторная работа, экзамен
3	Верификация блок-схем по методу Флойда	Формальное определение блок-схемы. Логическая спецификация операторов и путей вычисления в блок-схеме.	Лабораторная работа, экзамен
4	Аксиоматика тотальной правильности структурированных программ	Уточнённая нотация Хоара для утверждений о тотальной правильности программы. Аксиоматика тотальной правильности в расширенной нотации Хоара. Подход к доказательству правильности на основе слабейшего предусловия. Свойства слабейшего предусловия. Аксиоматика Дейкстры для преобразователей предикатов.	Лабораторная работа, экзамен
5	Средства спецификации программ	Язык спецификаций Z. Метод VDM и примеры его использования.	Лабораторная работа, экзамен

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия / лабораторные работы)

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Анализ высказываний и построение высказываний	Защита лабораторной работы
2.	Аксиоматика пропозиционального исчисления	Защита лабораторной работы
3.	Построение предикатов и утверждений в предметных областях	Защита лабораторной

		работы
4.	Анализ структуры предикатов и их преобразования	Защита лабораторной работы
5.	Аксиоматика исчисления предикатов	Защита лабораторной работы
6.	Построение логических спецификаций программ	Защита лабораторной работы
7.	Доказательство частичной правильности линейных программ	Защита лабораторной работы
8.	Доказательство частичной правильности программ с условиями	Защита лабораторной работы
9.	Доказательство частичной правильности программ с циклами	Защита лабораторной работы
10.	Доказательство частичной правильности сложно структурированных программ	Защита лабораторной работы
11.	Построение потенциальных функций для циклических программ	Защита лабораторной работы
12.	Примеры доказательств тотальной правильности программ	Защита лабораторной работы
13.	Обзор отчётов по использованию методов дедуктивной верификации при построении программных систем, протоколов в различных предметных областях	Защита лабораторной работы
14.	Построение слабейшего предусловия для линейных программ по заданному постусловию	Защита лабораторной работы
15.	Построение слабейшего предусловия для программ с ветвлением по заданному постусловию	Защита лабораторной работы
16.	Построение инвариантов циклов на основе анализа постусловия для программы	Защита лабораторной работы
17.	Описание программных спецификаций средствами языка Z	Защита лабораторной работы
18.	Обзор примеров программных спецификаций в VDM	Защита лабораторной работы

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Язык логики предикатов. Выполнимость формул логики предикатов. Подход к тестированию программ и виды тестирования.	<p>1. Гурин Р.Е., Рудаков И.В., Ребриков А.В. Методы верификации программного обеспечения.– Наука и образование. МГТУ им. Баумана. Электрон. журнал 2015, № 10, с. 235-251.</p> <p>2. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. – М.: Мир, 1978.– 276 с.</p> <p>3. Грис Д. Наука программирования. – М.: Мир, 1984.– 416 с</p> <p>4. Андерсон Р. Доказательство правильности программ. – М.: Мир, 1982.– 165 с.</p> <p>5. Алагич С, Арбиб М. Проектирование корректных структурированных программ. – М.: Радио и связь, 1984.– 265 с.</p>
2.	Базовые понятия аксиоматической теории. Структурные программы. Правила вывода в аксиоматике частичной правильности Хоара. Подходы к построению потенциальных функций.	<p>1. Гурин Р.Е., Рудаков И.В., Ребриков А.В. Методы верификации программного обеспечения.– Наука и образование. МГТУ им. Баумана. Электрон. журнал 2015, № 10, с. 235-251.</p> <p>2. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. – М.: Мир, 1978.– 276 с.</p> <p>3. Грис Д. Наука программирования. – М.: Мир, 1984.– 416 с</p> <p>4. Андерсон Р. Доказательство правильности программ. – М.: Мир, 1982.– 165 с.</p> <p>5. Алагич С, Арбиб М. Проектирование корректных структурированных программ. – М.: Радио и связь, 1984.– 265 с.</p>
3.	Методы построения индуктивных утверждений. Подходы и методы анализа потоков управления в программах. Методики и средства аннотирования программ. Обзор и анализ практики использования дедуктивных методов верификации в программных проектах.	<p>1. Гурин Р.Е., Рудаков И.В., Ребриков А.В. Методы верификации программного обеспечения.– Наука и образование. МГТУ им. Баумана. Электрон. журнал 2015, № 10, с. 235-251.</p> <p>2. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. – М.: Мир, 1978.– 276 с.</p> <p>3. Грис Д. Наука программирования. – М.: Мир, 1984.– 416 с</p> <p>4. Андерсон Р. Доказательство правильности программ. – М.: Мир, 1982.– 165 с.</p> <p>5. Алагич С, Арбиб М. Проектирование корректных структурированных программ. – М.: Радио и связь, 1984.– 265 с.</p>
4.	Составление программ в нотации Дейкстры. Построение слабейшего предусловия по заданной программе в нотации Дейкстры. Методика синтеза программы на основе анализа доказательства истинности его	<p>1. Гурин Р.Е., Рудаков И.В., Ребриков А.В. Методы верификации программного обеспечения.– Наука и образование. МГТУ им. Баумана. Электрон. журнал 2015, № 10, с. 235-251.</p> <p>2. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. – М.: Мир, 1978.– 276 с.</p> <p>3. Грис Д. Наука программирования. – М.: Мир, 1984.– 416 с</p> <p>4. Андерсон Р. Доказательство правильности программ. – М.: Мир, 1982.– 165 с.</p> <p>5. Алагич С, Арбиб М. Проектирование корректных структурированных программ. – М.: Радио и связь, 1984.– 265 с.</p>

	слабейшего предусловия.	
5.	Анализ средств языка Z и его использование для структурированных программ. Использование методики VDM для построения программных спецификаций.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гурин Р.Е., Рудаков И.В., Ребриков А.В. Методы верификации программного обеспечения.– Наука и образование. МГТУ им. Баумана. Электрон. журнал 2015, № 10, с. 235-251. 2. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. – М.: Мир, 1978.– 276 с. 3. Грис Д. Наука программирования. – М.: Мир, 1984.– 416 с 4. Андерсон Р. Доказательство правильности программ. – М.: Мир, 1982.– 165 с. 5. Алагич С, Арбиб М. Проектирование корректных структурированных программ. – М.: Радио и связь, 1984.– 265 с.

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, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Сем естр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	Л	Компьютерные презентации и обсуждение	34
	ЛР	Разбор конкретных ситуаций (задач) с использованием штатного ПО, выполнение тестов на знание терминологии, сведений из области верификации программных систем, программирование и аннотирование алгоритмов	34
<i>Итого:</i>			68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Верификация программных систем».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным темам разделов

дисциплины, разно уровневых заданий и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ПК-3.1: Знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий.	Знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий в области верификации программных систем.	опрос по теме, лабораторная работа	Вопросы на экзамене 1-24
2	ПК-3.2: Умеет корректно оформить результаты научного труда в соответствии с современными требованиями.	Умеет корректно оформить результаты научного труда в соответствии с современными требованиями в области верификации программных систем.	опрос по теме, лабораторная работа	Вопросы на экзамене 1-24
3	ПК-3.3: Имеет практический опыт использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками.	Имеет практический опыт использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками в области верификации программных систем.	опрос по теме, лабораторная работа	Вопросы на экзамене 1-24
4	ПК-5.1. Знает основы разработки и реализации процессов жизненного цикла программного обеспечения.	Знает основы разработки и реализации процессов жизненного цикла программного обеспечения в области верификации программных систем.	опрос по теме, лабораторная работа	Вопросы на экзамене 1-24
5	ПК-5.2. Умеет приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности.	Умеет приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности в области верификации программных систем.	опрос по теме, лабораторная работа	Вопросы на экзамене 1-24
6	ПК-5.3. Имеет практический опыт управления процессами жизненного цикла программных продуктов.	Имеет практический опыт управления процессами жизненного цикла программных продуктов в области	опрос по теме, лабораторная работа	Вопросы на экзамене 1-24

		верификации программных систем.		
--	--	---------------------------------	--	--

Зачётно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачёт)

Перечень вопросов, которые выносятся на экзамен.

1. Смысл программной верификации. Отличие верификации программы от её тестирования. Недостатки тестирования. Место верификации и тестирования в жизненном цикле программы.
2. Определение частичной и тотальной правильности программ. Необходимость выделения частичной правильности.
3. Смысл спецификации программы, состав спецификации. Сохранение частичной и тотальной правильности программы при замене входного предиката на более сильный, а выходного предиката на более слабый.
4. Смысл спецификации программы, состав спецификации. Связь между конъюнкциями/дизъюнкциями утверждений о частичной/тотальной правильности программы и конъюнкциями/дизъюнкциями постусловий в утверждениях о частичной/тотальной правильности программы.
5. Связь между тотальной и частичной правильностью. Проблема разрешения частичной правильности программ.
6. Метод индуктивных утверждений Флойда: назначение метода, объект его применения, точки сечения, классификация базовых путей, смысл индуктивного утверждения.
7. Метод индуктивных утверждений Флойда: смысл предиката допустимости пути и функции пути, их примеры. Метод построения предикта допустимости пути и функции пути.
8. Метод индуктивных утверждений Флойда: смысл и вид условий верификации. Пример условия верификации.
9. Метод индуктивных утверждений Флойда: общая схема выполнения метода. Способ доказательства завершимости программы.
10. Нотация Хоара для утверждений о частичной правильности. Аксиома и базовые правила вывода для утверждений о частичной правильности.
11. Производные правила вывода в аксиоматике частичной правильности.
12. Пример доказательства частичной правильности. Обоснование справедливости производного правила базовой операции через базовую аксиоматику (аксиому и базовые правила вывода).
13. Эвристики ослабления постусловия (теория воздушного шарика). Примеры использования.
14. Подход к доказательству завершимости программы с помощью потенциальных функций. Пример программы и обоснование её завершимости с помощью потенциальных функций.
15. Аксиоматика тотальной правильности.
16. Основные шаги в доказательстве правильности программы методом Флойда.
17. Классификация путей выполнения блок-схемы в методе Флойда.
18. Способ построения предиката выполнимости пути и функции пути в методе Флойда.
19. Условный язык описания программы в методе Дейкстры.
20. Основные свойства слабейшего предусловия.
21. Правила вывода преобразователей предикатов для последовательной и условной композиции.
22. Правила вывода преобразователя предикатов для циклической композиции.
23. Основные элементы нотации языка спецификаций Z.
24. Основные составляющие методики VDM для спецификации программной системы.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

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 (модулю) 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 УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

5.1 Учебная литература

5.1.1 Основная литература

1. Гурин Р.Е., Рудаков И.В., Ребриков А.В. Методы верификации программного обеспечения.– Наука и образование. МГТУ им. Баумана. Электрон. журнал 2015, № 10, с. 235-251.

5.1.2 Дополнительная литература

1. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. – М.: Мир, 1978.– 276 с.
2. Грис Д. Наука программирования. – М.: Мир, 1984.– 416 с
3. Андерсон Р. Доказательство правильности программ. – М.: Мир, 1982.– 165 с.
4. Алагич С, Арбиб М. Проектирование корректных структурированных программ. – М.: Радио и связь, 1984.– 265 с.

5.1.3 Учебно-методическая литература

1. Гурин Р.Е., Рудаков И.В., Ребриков А.В. Методы верификации программного обеспечения.– Наука и образование. МГТУ им. Баумана. Электрон. журнал 2015, № 10, с. 235-251.
2. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. – М.: Мир, 1978.– 276 с.
3. Грис Д. Наука программирования. – М.: Мир, 1984.– 416 с
4. Андерсон Р. Доказательство правильности программ. – М.: Мир, 1982.– 165 с.
5. Алагич С, Арбиб М. Проектирование корректных структурированных программ. – М.: Радио и связь, 1984.– 265 с.

5.2 Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect www.sciencedirect.com
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных

(CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>

9. Springer Journals <https://link.springer.com/>

10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>

11. Springer Nature Protocols and Methods

<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>

12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>

13. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>

14. Nano Database <https://nano.nature.com/>

15. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>

17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);

2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>

3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/> ;

4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/> ;

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/> ;

6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .

7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/> ;

8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/> ;

9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/> ;

10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/> ;

11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/> ;

12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>

2. Электронная библиотека трудов учёных КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>

3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>

4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>

5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru> ;

6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала «ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ» <http://icdau.kubsu.ru/>

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для освоения учебного материала студенту необходимо ознакомиться со структурой

курса и методикой овладения материалом. Весь курс построен от простого к сложному, и каждая его тема основана на материалах предыдущих тем. В этой связи студенту необходимо не терять логику курса и строго ей следовать. В лекционном материале даются, как правило, теоретические сведения, которые раскрываются на практических примерах. Для закрепления теоретических знаний студент получает индивидуальное задание к циклу лабораторных работ, который охватывает весь теоретический материал. Каждая лабораторная работы защищается по мере выполнения. Таким образом, выполняя весь цикл лабораторных работ, студент получает и осваивает знания в соответствии с компетенциями курса. По выступлениям на круглом столе с преподавателем согласовывается тема выступления и готовится само выступление. Во время текущей аттестации могут проводиться контрольные опросы по начитанному теоретическому и практическому материалу.

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 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 129, 131, А305).	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)	PowerPoint, доступ к Microsoft Teams
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации ауд. 129, 131, А305	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, компьютер Оборудование: кондиционер	PowerPoint, доступ к Microsoft Teams
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория (ауд. 102-106, А301-303).	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	системы программирования на языках высокого уровня, сетевой доступ к ресурсам, в частности С++, Object Pascal и пр. с возможностью многопользовательской работы

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащённость помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Доступ печатным и электронным информационным ресурсам</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 146)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>системы программирования на языках C++ и Object Pascal с возможностью многопользовательской работы</p>