МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ
директор Политехнического института
_____ Н. Лоцев
3 сентября 2026 г.

Верификация распределенных алгоритмов и систем

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за **Высшая школа Цифровых технологий**

Учебный план g090404_26_1 пи_оаирп.plx
Направление подготовки 09.04.04 - РФ, 710400 - КР Программная инженерия
Магистерская программа "Основы анализа и разработки приложений с большими объемами распределенных данных"

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному 144

в том числе:

аудиторные занятия 52

самостоятельная 91,9

Виды контроля в семестрах:

экзамен 3

курсовая работа 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**3 (2.1)**		Итого	
Недель	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	30	30	30	30
Практические	22	22	22	22
Контактная работа в период теоретического	0,1	0,1	0,1	0,1
В том числе инт.	8	8	8	8
Итого ауд.	52	52	52	52
Контактная работа	52,1	52,1	52,1	52,1
Сам. работа	91,9	91,9	91,9	91,9
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):
доцент, к.т.н., доцент СПбПУ, Шомшина И.В. _____

Рецензент(ы):
к.т.н., доцент Мансуров А.Н. _____

Согласовано РОП: *Лыченко Н.М.*
_____

Рабочая программа дисциплины
Верификация распределенных алгоритмов и систем

разработана в соответствии с ФГОС 3++:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 932)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 09.04.04 - РФ, 710400 - КР Программная инженерия
Магистерская программа "Основы анализа и разработки приложений с большими объемами распределенных данных"
утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании ВШ Цифровых технологий

Протокол от 02.09.2026 г. № 1
Срок действия программы: 2026-2028 уч.г.
Руководитель подразделения: Хмелева Ирина Владимировна

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Верификация распределенных алгоритмов и систем

_____ *наименование дисциплины*

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Цель — сформировать знания и практические навыки формальной верификации распределённых алгоритмов, управляющих программ и сложных программных систем. Задачи: формализовать требования; изучить логики Хоара, Флойда, LTL, CTL; реализовывать алгоритмы model checking, построение автоматов Бюхи и проверку требований к системам реального времени. Содержание взято из РПД СПбПУ и адаптировано под часы учебного плана КРСУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Необходимы базовые знания математики, информатики, системного анализа, алгоритмов и программирования, архитектуры вычислительных систем. При подготовке использована тематическая преемственность с образовательной программой СПбПУ; конкретные пререквизиты определяются планом КРСУ.
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Дисциплина способствует освоению профильных технологий программной инженерии, разработке программных средств обработки больших распределённых данных, выполнению научно-исследовательской работы и магистерской диссертации.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-7: Способен применять при решении профессиональных задач методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях;	
Знать:	
Уровень 1	типы математических логик для формального описания поведения систем; основные понятия формальных языков, автоматов и моделирования параллельных программ; точные и приближённые методы верификации, темпоральные логики LTL и CTL.
Уметь:	
Уровень 1	формализовывать требования к программным системам и строить модели состояний; ставить задачи проверки выполнения требований к распределённым системам; определять применимость тестирования и формальной верификации, формулировать условия корректности.
Владеть:	
Уровень 1	алгоритмами и инструментами проверки моделей и требований, включая SPIN и PROMELA; навыками реализации алгоритмов верификации и анализа контрпримеров; приёмами построения автоматных моделей и проверки темпоральных свойств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	типы математических логик для формального описания поведения систем; основные понятия формальных языков, автоматов и моделирования параллельных программ; точные и приближённые методы верификации, темпоральные логики LTL и CTL.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	формализовывать требования к программным системам и строить модели состояний; ставить задачи проверки выполнения требований к распределённым системам; определять применимость тестирования и формальной верификации, формулировать условия корректности.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	алгоритмами и инструментами проверки моделей и требований, включая SPIN и PROMELA; навыками реализации алгоритмов верификации и анализа контрпримеров; приёмами построения автоматных моделей и проверки темпоральных свойств.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	**Наименование разделов и тем /вид занятия/**	**Семестр / Курс**	**Часов**	**Компетен-ции**	**Литература**	**Инте ракт.**	**Пр. подг.**	**Примечание**
	Раздел 1. Постановка задач верификации управляющих программ							
1.1	Современное программное обеспечение сложных технических систем и их формальные модели: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	1	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	1		
1.2	Практическое применение: Современное программное обеспечение сложных технических систем и их формальные модели. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	1	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	1		
1.3	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Современное программное обеспечение сложных технических систем и их формальные модели»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	8,1	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
1.4	Контактная работа: консультация перед итоговой аттестацией, обсуждение результатов. /КрТО/	3	0,1	ОПК-7				
1.5	Ошибки в управляющих программах и их последствия: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	1	ОПК-7	Л1.1 Э1	1		
1.6	Практическое применение: Ошибки в управляющих программах и их последствия. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	1	ОПК-7	Л1.1 Э1	1		
1.7	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Ошибки в управляющих программах и их последствия»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	8,1	ОПК-7	Л1.1 Э1			
1.8	Средства формального выражения требований к поведению программ: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1	2		
1.9	Практическое применение: Средства формального выражения требований к поведению программ. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	1	ОПК-7	Л1.1 Э1	1		

1.10	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Средства формального выражения требований к поведению программ»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	6,5	ОПК-7	Л1.1 Э1			
1.11	Верификация и тестирование программ; границы применимости: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
1.12	Практическое применение: Верификация и тестирование программ; границы применимости. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	1	ОПК-7	Л1.1 Э1	1		
1.13	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Верификация и тестирование программ; границы применимости»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	6,5	ОПК-7	Л1.1 Э1			
	Раздел 2. Метод Флойда и предусловия/постусловия							
2.1	Предусловия и постусловия в программах; метод Флойда: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
2.2	Практическое применение: Предусловия и постусловия в программах; метод Флойда. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
2.3	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Предусловия и постусловия в программах; метод Флойда»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	6,5	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
2.4	Вычисление сильнейшего постусловия и слабейшего предусловия: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
2.5	Практическое применение: Вычисление сильнейшего постусловия и слабейшего предусловия. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
2.6	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Вычисление сильнейшего постусловия и слабейшего предусловия»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	9,7	ОПК-7	Л1.1 Э1			

	Раздел 3. Темпоральные логики							
3.1	Линейные темпоральные логики (LTL): основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	3	ОПК-7	Л1.1 Э1			
3.2	Практическое применение: Линейные темпоральные логики (LTL). Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
3.3	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Линейные темпоральные логики (LTL)»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	6,5	ОПК-7	Л1.1 Э1			
3.4	Темпоральные логики ветвящегося времени (CTL): основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	3	ОПК-7	Л1.1 Э1			
3.5	Практическое применение: Темпоральные логики ветвящегося времени (CTL). Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
3.6	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Темпоральные логики ветвящегося времени (CTL)»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	6,4	ОПК-7	Л1.1 Э1			
	Раздел 4. Проверка требований в LTL и CTL							
4.1	Автоматы Бюхи и формулы LTL: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	4	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
4.2	Практическое применение: Автоматы Бюхи и формулы LTL. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
4.3	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Автоматы Бюхи и формулы LTL»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	6,4	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
4.4	Проверка выполнимости формул LTL для реагирующих программ: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
4.5	Практическое применение: Проверка выполнимости формул LTL для реагирующих программ. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			

4.6	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Проверка выполнимости формул LTL для реагирующих программ»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	4,8	ОПК-7	Л1.1 Э1			
4.7	Базисы логики ветвящегося времени: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
4.8	Практическое применение: Базисы логики ветвящегося времени. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
4.9	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Базисы логики ветвящегося времени»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	4,8	ОПК-7	Л1.1 Э1			
4.10	Проверка формул для пар «квантор пути — темпоральный оператор»: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
4.11	Практическое применение: Проверка формул для пар «квантор пути — темпоральный оператор». Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			
4.12	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Проверка формул для пар «квантор пути — темпоральный оператор»»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	6,4	ОПК-7	Л1.1 Э1			
4.13	Верификация для вероятностной логики ветвящегося времени: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
4.14	Практическое применение: Верификация для вероятностной логики ветвящегося времени. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	1	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
4.15	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Верификация для вероятностной логики ветвящегося времени»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	6,4	ОПК-7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
4.16	Верификация программ реального времени: региональные автоматы: основные понятия, методы и ограничения. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1 Э1			

4.17	Практическое применение: Верификация программ реального времени: региональные автоматы. Выполнение задания, документирование результатов и анализ корректности. /Пр/	3	1	ОПК-7	Л1.1 Э1			
4.18	Самостоятельное изучение и выполнение заданий по теме «Верификация программ реального времени: региональные автоматы»: подготовка, исследование решений и оформление отчёта. /Ср/	3	4,8	ОПК-7	Л1.1 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Практические задания по автоматным моделям и темпоральным логикам; построение условий корректности метода Флойда; доказательство эквивалентности логических формул; разработка PROMELA-модели и проверка требований LTL/CTL в SPIN; анализ полученных контрпримеров. Курсовая работа: формальная модель выбранного распределённого алгоритма и проверка требований. Итоговая аттестация — экзамен.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Курсовая работа: разработать и защитить проект по тематике дисциплины.

5.3. Фонд оценочных средств

Практические задания, отчёты, устная проверка теоретических вопросов, оценка корректности кода и моделей, тестирование и анализ результатов. Практические задания по автоматным моделям и темпоральным логикам; построение условий корректности метода Флойда; доказательство эквивалентности логических формул; разработка PROMELA-модели и проверка требований LTL/CTL в SPIN; анализ полученных контрпримеров. Курсовая работа: формальная модель выбранного распределённого алгоритма и проверка требований. Итоговая аттестация — экзамен.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Практические задания, отчёты по практическим работам, контрольные вопросы, защита проектных результатов; экзамен.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Камкин А. С.	Введение в формальные методы верификации программ. URL: https://www.dmkpress.com/catalog/computer/software_development/978-5-93700-340-9/	2-е изд., испр. и доп. — Москва:ДМК—978-5-93700-340-9. Пресс, 2024. — 304 с. — ISBN
Л1.2	Миронов А. М.	Методы верификации программURL: https://www.dmkpress.com/catalog/computer/software_development/978-5-93700-278-5/	Москва: ДМК Пресс, 2023. — 336 с. — ISBN 978-5-93700-278-5.

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Гаранина Н. О., Старолетов С. М., Зюбин В. Е., Ануреев И. С.	Верификация моделей программ на процесс-ориентированном расширении языка Structured Text стандарта IEC 61131-3 //	Системная информатика. — 2023. — № 22. — С. 21–30.

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Учебные материалы СПбПУ по методам формальной верификации	https://dl.spbstu.ru/

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	Лекции с разбором практических ситуаций, исследование проблемных кейсов, выполнение упражнений, проектирование и тестирование кода, индивидуальная и командная работа с программным обеспечением.

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения

6.3.2.1	SPIN, PROMELA, инструменты построения автоматов Бюхи и проверки LTL/CTL, редактор моделей, свободные компиляторы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Компьютерная аудитория с доступом в Интернет, персональными компьютерами, проектором; средства разработки, выполнения и тестирования практических заданий. SPIN, PROMELA, инструменты построения автоматов Бюхи и проверки LTL/CTL, редактор моделей, свободные компиляторы.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Практические работы выполняются с документированием исходных условий, версии инструментов, тестовых наборов и результатов. При отсутствии специального оборудования разрешены виртуальные или имитационные эксперименты.