

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.10 Параллельные вычислительные системы

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Форма обучения

заочная

Год набора

2019

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. техн. наук, доцент, Сиротина Н.Ю.; ст. преп., Васильев В.С.

должность, инициалы, фамилия

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины

## 1.1 Цель преподавания дисциплины

Ознакомление студентов с основными классами параллельных вычислительных систем, принципами их организации, особенностями процессов обработки информации в параллельных ВС, системными и инструментальными программными средствами, ориентированными на использование в данных системах, современным состоянием и тенденциями развития данной предметной области

## 1.2 Задачи изучения дисциплины

-ознакомление с архитектурами параллельных вычислительных систем (ПВС);

-особенностями организации вычислительных процессов в ПВС с различной архитектурой;

-приемами разработки прикладного параллельного программного обеспечения;

-современными инструментальными средствами в области параллельных вычислений.

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств вычислительной техники и интеграционных решений</b>	
ПК-1.1: • Знать методы, средства, технологии выполнения научно-исследовательских работ в ходе проектирования программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств вычислительной техники и интеграционных решений • Знать методы, средства, приёмы концептуального, функционального и логического проектирования программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств вычислительной техники и интеграционных решений	особенности организации вычислительных процессов в параллельных вычислительных системах с различной архитектурой особенности организации вычислительных процессов в параллельных вычислительных системах с различной архитектурой шаблоны проектирования прикладного программного обеспечения (ППО) для параллельных вычислительных систем с различной архитектурой шаблоны проектирования прикладного программного обеспечения (ППО) для параллельных вычислительных систем с различной архитектурой способы организации параллельных программ для параллельных вычислительных систем с различной архитектурой способы организации параллельных программ для параллельных вычислительных систем с различной архитектурой

<ul style="list-style-type: none"><li>• Знать структуры операционных автоматов и управляющих автоматов с жесткой и программируемой логикой; основы построения функциональных схем комбинационных и последовательностных цифровых устройств; принципы и методы функционального и логического проектирования конечных цифровых автоматов и систем на их основе; принцип микропрограммного управления</li><li>• Знать: типовые архитектурные решения, базовые архитектурные шаблоны проектирования; критерии качества архитектуры, понятие чистой архитектуры; фазы процесса проектирования ПО, модели управления разработкой.</li></ul>	
---	--

<p>ПК-1.2: • Уметь выполнять научно-исследовательские работы в ходе проектирования программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств и интеграционных решений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Уметь осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств вычислительной техники и интеграционных решений</li> <li>• Уметь решать задачи связанные с проектированием конечных цифровых автоматов и систем на их основе, с разработкой алгоритмов и микропрограмм их функционирования</li> </ul>	<p>определять тип параллелизма решаемой задачи  определять тип параллелизма решаемой задачи  выбирать способ организации параллельной программы, соответствующий типу параллелизма решаемой задачи  выбирать способ организации параллельной программы, соответствующий типу параллелизма решаемой задачи  выполнять декомпозицию разрабатываемого программного обеспечения и описывать его структуру с использованием стандартных нотаций  выполнять декомпозицию разрабатываемого программного обеспечения и описывать его структуру с использованием стандартных нотаций</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уметь: находить в проекте места применения шаблонов проектирования с учетом их особенностей и особенностей решаемой задачи; оценивать качество архитектурных решений, предлагать варианты их улучшения; участвовать в командной разработке ПО, управлять командой, используя различные модели разработки.</li> </ul>	

<p>ПК-1.3: • Владеть навыками выполнения научно-исследовательских работ в ходе проектирования программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Владеть методами, средствами, приёмами концептуального, функционального и логического проектирования программных, программно-</li> </ul>	<p>средствами и языками описания проектируемого параллельного ППО (языком UML или сходными по возможностям)</p> <p>средствами и языками описания проектируемого параллельного ППО (языком UML или сходными по возможностям)</p> <p>навыками обоснования принимаемых решений по проектированию ППО параллельных вычислительных системах с различной архитектурой</p> <p>навыками обоснования принимаемых решений по проектированию ППО параллельных вычислительных системах с различной архитектурой</p> <p>навыками проведения итерационной корректировки принимаемых решений</p>
<p>аппаратных, инфокоммуникационных средств вычислительной техники и интеграционных решений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Владеть навыками применения принципов и методов обоснования принимаемых проектных решений, навыками проведения итерационной корректировки принимаемых проектных решений по созданию и разработке конечных цифровых автоматов, функционально-логическому моделированию отдельных логических элементов и конечных цифровых автоматов на их основе</li> <li>• Владеть: языком UML, инструментами моделирования – plantuml или аналогами; PIN-нотацией (Pattern Instance Notation), навыками эскизирования архитектуры ПО; навыками и инструментальными средствами командной разработки.</li> </ul>	<p>навыками проведения итерационной корректировки принимаемых решений</p>
<p><b>ПК-2: Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств вычислительной техники и интеграционных решений</b></p>	

ПК-2.1: • Знать методы, средства, приёмы выполнения	инструментальные программные средства и библиотеки, используемые для разработки ППО
<p>работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств вычислительной техники и интеграционных решений</p> <p>• Знать: основные параметры и характеристики элементной базы вычислительной техники, типовые узлы, методики их испытаний, программное обеспечение для проектирования и испытания аппаратных средств вычислительной техники.</p> <p>• Знать: принципы построения клиент-серверных приложений, протоколы их взаимодействия. REST API, RPC. Форматы XML, JSON; шаблоны проектирования, используемые при построении информационных систем; принципы формирования команд разработчиков и тестировщиков. Принципы «Чистой архитектуры».</p>	<p>параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>инструментальные программные средства и библиотеки, используемые для разработки ППО</p> <p>параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>особенности тестирования и отладки ППО</p> <p>параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>особенности тестирования и отладки ППО</p> <p>параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>основные приемы разработки ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>основные приемы разработки ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p>

<p>ПК-2.2: • Уметь выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств вычислительной техники и интеграционных решений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Уметь: разрабатывать узлы и модули аппаратных средств вычислительной техники</li> <li>• Уметь: разрабатывать протокол взаимодействия клиент-серверных приложений, а также реализовывать и тестировать его; выбрать наиболее</li> </ul>	<p>применять инструментальные средства и библиотеки, используемые для разработки ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>применять инструментальные средства и библиотеки, используемые для разработки ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>описывать различные виды параллелизма с использованием выбранных языковых средств программирования и библиотек;</p> <p>описывать различные виды параллелизма с использованием выбранных языковых средств программирования и библиотек;</p> <p>оценивать эффективность разработанного ППО</p> <p>оценивать эффективность разработанного ППО</p>
<p>подходящее архитектурное решение для реализации приложения с учетом технического задания, а также возможных направлений расширения системы; оценивать трудоемкость задач, а также производительность членов команды, распределять задачи с учетом приоритетов и зависимостей, контролировать их выполнение.</p>	



<p>ПК-2.3: • Владеть методами, средствами, приёмами выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению программных, программно-аппаратных, инфокоммуникационных средств вычислительной техники и интеграционных решений</p> <p>• Владеть: инструментами и методами проектирования и тестирования аппаратных средств вычислительной техники</p> <p>• Владеть: инструментами тестирования API – Google Postman и т.п.; языком</p>	<p>навыками разработки ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>навыками разработки ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>навыками тестирования и отладки ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>навыками тестирования и отладки ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>методами анализа и повышения эффективности разработанного ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p> <p>методами анализа и повышения эффективности разработанного ППО параллельных вычислительных систем с различной архитектурой</p>
<p>моделирования UML и соответствующими инструментами; системами управления проектами – Jira и т.п.</p>	
<p><b>УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b></p>	
<p>УК-2.1: Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы.</p>	<p>основные базы данных официальных документов, включая нормирующие документы в области профессиональной деятельности</p> <p>основные базы данных официальных документов, включая нормирующие документы в области профессиональной деятельности</p> <p>основные виды документов, утверждающих правовые нормы в области профессиональной деятельности</p> <p>основные виды документов, утверждающих правовые нормы в области профессиональной деятельности</p> <p>основные действующие нормы в области профессиональной деятельности.</p> <p>основные действующие нормы в области профессиональной деятельности.</p>

УК-2.2: Умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность	определять круг задач в рамках профессиональной деятельности определять круг задач в рамках профессиональной деятельности планировать собственную деятельность, исходя из имеющихся ресурсов
исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	планировать собственную деятельность, исходя из имеющихся ресурсов решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности
УК-2.3: Имеет практический опыт применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности.	Владеет опытом решения прикладных задач, связанных с применением параллельных вычислительных систем в области избранных видов профессиональной деятельности Владеет опытом решения прикладных задач, связанных с применением параллельных вычислительных систем в области избранных видов профессиональной деятельности

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=199>

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	Семестр					
		1	2	3	4	5	6

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Параллельные вычислительные системы</b>									
	1. Введение. Актуальность дисциплины. Понятие параллелизма	0,5							
	2. Архитектуры ПВС	0,5							
	3. Общие вопросы организации параллельных вычислительных процессов и программирования ПВС	1							
	4. Мультипроцессорные системы: организация и программирование	1							
	5. Кластеры и MPP системы: организация и программирование	1							
	6. Проектирование параллельного ПО. Оптимизация параллельных программ и балансировка нагрузки	0,5							
	7. Конвейерные ВС	0,5							
	8. Графические процессоры как параллельные ВС	0,5							

9. Заключение. Современное состояние и перспективные направления развития параллельных вычислительных систем.	0,5							
10. Сквозной мини-проект. Этап 0: Последовательная программа			0,5					
11. OpenMP: Параллельная секция			1					
12. OpenMP: Параллельная секция секций			1					
13. OpenMP: Распараллеливание циклов			0,5					
14. OpenMP: Работа с разделяемыми ресурсами			1					
15. Сквозной мини-проект. Этап 1: Программирование многоядерного процессора			1					
16. MPI: Операции обмена «точка-точка». Аргументы-джокеры			1					
17. MPI: Коллективные операции			1					
18. Сквозной мини-проект. Этап 2: программирование кластерной ВС			1					
19. Опережающее изучение теоретического материала по темам курса в форме лекций с самотестирующим элементом "Лекция" ЭОК)							9	
20. Самостоятельное изучение теоретического материала по темам курса							36	
21. Выполнение творческой работы "Прогноз по рейтингу TOP-500"							9	
22. Выполнение практических работ и подготовка к их защите							36	
Всего	6		8				90	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Антонов А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по напр. 010400 "Прикладная математика и информатика", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"(Москва: Изд-во Московского университета).
2. Боресков А. В., Харламов А. А., Марковский Н. Д., Микушин Д. Н., Мортиков Е. В., Мальцев А. А., Сахарных Н. А., Фролов В. А. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по напр. 010400 "Прикладная математика и информатика", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"(Москва: Изд-во Московского университета).
3. Гергель В. П. Современные языки и технологии параллельного программирования: учебник для студентов вузов, обуч. по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"(Москва: Издательство Московского университета).
4. Кареева Е. Д. Основы многопоточного и параллельного программирования: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Прикладная математика и информатика" и "Фундаментальная информатика и информационные технологии"(Красноярск: СФУ).
5. Основы архитектуры, устройство и функционирование вычислительных систем: Учебник(Москва: ООО "КУРС").
6. Сиротина Н. Ю., Непомнящий О. В., Коршун К. В., Васильев В. С. Параллельные вычислительные системы: учебное пособие(Красноярск: СФУ).
7. Лацис А.О. Параллельная обработка данных: учебник для вузов(Москва: Академия).
8. Гергель В. П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем: учебник для студентов вузов (Москва: Изд-во МГУ).
9. Корняков К. В., Кустикова В. Д., Мееров И. Б., Сиднев А. А., Сысоев А. В., Шишков А. В., Гергель В. П. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью: учебник для студентов вузов(Москва: Изд-во МГУ).
10. Линев А. В., Боголепов Д. К., Бахраков С. И., Гергель В. П. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур: учебник для студентов вузов(Москва: Изд-во МГУ).
11. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы(Москва: Питер).
12. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем: учебник для вузов.; допущено МО РФ(СПб.: Питер).

13. Сандерс Д. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров(Москва: ДМК Пресс).
14. Удалова Ю. В. Высокопроизводительные вычисления на графических процессах. Учебно-методическое пособие: учебно-методическое пособие [для напр. 09.04.01.01 «Высокопроизводительные вычислительные системы»](Красноярск: СФУ).
15. Удалова Ю. В., Кузьмин Д. А. Параллельное программирование.: лабораторный практикум [для напр. 231300.62 "Прикладная математика", 090301.65 "Компьютерная безопасность"] (Красноярск: СФУ).
16. Сиротинина Н.Ю, Васильев В.С Параллельные вычислительные системы: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...09.03.01 Информатика и вычислительная техника](Красноярск: СФУ).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. ОС MS Windows
2. Microsoft Visual Studio
3. Microsoft Office / Libre Office
4. Mozilla FireFox

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. не требуется

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для занятий лекционного типа:

- аудитория, оснащенная специализированной мебелью;
- демонстрационное оборудование: интерактивная доска или проектор, экран для проектора, маркерная доска;
- рабочее место преподавателя: компьютер с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для занятий семинарского типа:

- аудитория, оснащенная специализированной мебелью;

- рабочие места для студентов: компьютеры с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета, доступа к системе виртуальных машин;
- демонстрационное оборудование: интерактивная доска или проектор, экран для проектора, маркерная доска.
- рабочее место преподавателя: компьютер с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья в зависимости от нозологий, осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.