

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Программное обеспечение автоматизированных систем»

УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
\_\_\_\_\_ / Т.Р. Змызгова /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины  
**ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**09.03.03 – Прикладная информатика**

Направленность:

**Интеллектуальные информационные системы и технологии**

Формы обучения: очная

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Технологии параллельного программирования» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Прикладная информатика (Интеллектуальные информационные системы и технологии), утвержденными:

- для очной формы обучения « 28 » июня 2024 года;

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Программное обеспечение автоматизированных систем» «29» августа 2024 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ В.А. Стукало

Заведующий кафедрой «ПОАС»  
канд. физ.-мат. наук, доцент

\_\_\_\_\_ С. В. Косовских

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела

\_\_\_\_\_ Г.В. Казанкова

Начальник управления  
образовательной деятельности

\_\_\_\_\_ В.И. Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часов)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		б
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	32	32
Практические	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Подготовка контрольной работы	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	15	15
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Технологии параллельного программирования» относится к блоку 1 части формируемой участниками образовательных отношений (данная дисциплина является по выбору обучающегося), дисциплина модуля «Технологии разработки и администрирование высокопроизводительных вычислительных систем».

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- операционные системы;
- основы программирования;
- объектно-ориентированное программирование.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения дисциплин «Архитектура программных систем», «Технологии проектирования программных систем», «Системы распределенных вычислений» и выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Технологии параллельного программирования» является освоение методов, инструментария и подходов, используемых в параллельном программировании.

Задачами дисциплины являются

- изучение принципов и технологий параллельного программирования;
- применение на практике методов и средств реализации многопоточных вычислений и способов их синхронизации.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность разрабатывать и проводить установку, настройку, оптимизацию функционирования сетевого и прикладного программного обеспечения (ПК-5);
- владение навыками использования операционных систем, сетевых технологий, систем управления базами данных. Способность настраивать, эксплуатировать и сопровождать информационные системы и сервис (ПК-8);
- способность проводить тестирование компонентов программного обеспечения информационных систем, осуществлять разработку, отладку, проверку работоспособности и рефакторинг программного кода (ПК-10).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Технологии параллельного программирования», оцениваются при помощи оценочных средств.

**Планируемые результаты обучения по дисциплине  
«Технологии параллельного программирования»,  
индикаторы достижения компетенций ПК-5, ПК-8, ПК-10  
перечень оценочных средств**

№ п / п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1	ИД-1ПК-5	Знать: способы построения многопоточных вычислений	З (ИД-1ПК-5)	Знает: способы построения многопоточных вычислений	Отчеты по лабораторным работам
2	ИД-2ПК-5	Уметь: использовать функции ядра операционных систем Windows и Linux для многопоточных вычислений и их синхронизации	У(ИД-2ПК-5)	Умеет: использовать функции ядра операционных систем Windows и Linux для многопоточных вычислений и их синхронизации	Отчеты по лабораторным работам Вопросы к экзамену
3	ИД-3ПК-5	Владеть: способами реализации многопоточной модели вычислений	В(ИД-3ПК-5)	Владеет: способами реализации многопоточной модели вычислений	Отчеты по лабораторным работам
4	ИД-1ПК-8	Знать: методы синхронизации вычислений	З (ИД-1ПК-8)	Знает: методы синхронизации вычислений	Отчеты по лабораторным работам

5	ИД-2ПК-8	Уметь: пользоваться функциями синхронизации вычислений, восторенными в языки программирования	У(ИД-2ПК-8)	Умеет: пользоваться функциями синхронизации вычислений, восторенными в языки программирования	Отчеты по лабораторным работам Вопросы к экзамену
6	ИД-3ПК-8	Владеть: инструментальными языковыми средствами параллельного программирования	В(ИД-3ПК-8)	Владеет: инструментальными языковыми средствами параллельного программирования	Отчеты по лабораторным работам
7	ИД-1ПК-10	Знать: особенности технологий и стандартов параллельного программирования	З(ИД-1ПК-10)	Знает: особенности технологий и стандартов параллельного программирования	Отчеты по лабораторным работам
8	ИД-2ПК-10	Уметь: выбирать структуры вычислительной системы и режимы ее функционирования	У(ИД-2ПК-10)	Умеет: выбирать структуры вычислительной системы и режимы ее функционирования	Отчеты по лабораторным работам Вопросы к экзамену
9	ИД-3ПК-10	Владеть: способами отладки многопоточных приложений	В(ИД-3ПК-10)	Владеет: способами отладки многопоточных приложений	Отчеты по лабораторным работам

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

#### Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Организация вычислений в многопроцессорных системах	2	-	-
	2	Многопоточная модель ОС	2		4
	3	Синхронизация в параллельных вычислениях	2.5	-	12
	4	Задача обедающих философов	1	-	-
		Рубежный контроль № 1	0.5	-	-
Рубеж 2	5	Стандарт OpenMP	2	-	8
	6	Стандарт MPI	2.5		8
	7	Производительность, отладка параллельных архитектур	2	-	-
	8	Перспективы развития параллельных архитектур	1	-	-
		Рубежный контроль № 2	0.5	-	-
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>

## 4.2. Содержание лекционных занятий

### ***Тема 1. Организация вычислений в многопроцессорных системах***

Введение. Цели и задачи изучения дисциплины. Требования по изучению дисциплины. Классификация параллельных вычислительных систем. Характеристики многопроцессорных систем. Закон Амдала. Оценка эффективности параллельных вычислений. Техническая реализация многопроцессорных систем. Схемы разработки параллельных методов.

### ***Тема 2. Многопоточная модель ОС***

Процессы, потоки, нити. Структура потока. Состояние. Потоки POSIX. Создание, контроль и завершение потоков в параллельной программе. Передача параметров. Приоритеты. Локальное хранилище потока. Пул потоков.

### ***Тема 3. Синхронизация в параллельных вычислениях***

Функции синхронизации вычислений. Блокировки. Критические секции, семафоры, мьютексы, барьеры, мониторы.

### ***Тема 4. Задача обедающих философов***

Синхронизация процессов в задаче обедающих философов Дейкстры. Алгоритм решения задачи. Пример решения задачи.

### ***Тема 5. Стандарт OpenMP***

Понятие Fork-Join параллелизма. Директивы и функции. Параллельные и последовательные области. Модель данных. Распределение работы. Синхронизация. Барьер. Критические секции. Гонка данных. Директива atomic. Замки (locks). Согласованный образ памяти.

### ***Тема 6. Стандарт MPI***

Структура программы MPI. Передача сообщений между двумя процессами. Основные типы операций передачи данных. Неблокирующий обмен. Блокирующий обмен. Базовые типы данных. Пользовательские типы данных. Коллективные операции. Коммуникаторы.

### ***Тема 7. Производительность, отладка параллельных архитектур***

Оценка эффективности параллельных приложений. Оптимизация использования барьера. Управление количеством и размером критических областей. Устранение параллельных областей во внутренних циклах. Локальные переменные против разделяемых.

### ***Тема 8. Перспективы развития параллельных архитектур***

Архитектура ГРИД. Суперкомпьютеры. Тотальный компьютеринг.

### 4.3. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
2	Многопоточная модель ОС	Управление потоками	4
3	Синхронизация в параллельных вычислениях	Задача обедающих философов	4
		Задача писателя-читатели	4
		Задача производителя-потребители	4
5	Стандарт OpenMP	Вычисление числа Пи	4
		Сортировка элементов массива	4
6	Стандарт MPI	Вычисление числа Пи	4
		Векторно-матричное перемножение	4
<b>Всего:</b>			<b>32</b>

### 4.4. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

### 4.5. Контрольная работа

Контрольная работа посвящена решению типовой задачи построения многопоточного приложения с синхронизацией по индивидуальным исходным данным согласно методическим рекомендациям, указанным в разделе 8.

#### Примеры тематики работ

1. *Задача о каннибалах.* Племя из  $n$  дикарей ест вместе из большого горшка, который вмещает  $m$  кусков тушеного миссионера. Когда дикарь хочет обедать, он ест из горшка один кусок, если только горшок не пуст, иначе дикарь будит повара и ждет, пока тот не наполнит горшок. Повар, сварив обед, засыпает. Создать многопоточное приложение, моделирующее обед дикарей. При решении задачи пользоваться семафорами.

2. *Задача о болтунах.*  $N$  болтунов имеют телефоны, ждут звонков и звонят друг другу, чтобы побеседовать. Если телефон занят, болтун будет звонить, пока ему кто-нибудь не ответит. Побеседовав, болтун не унимается и или ждет звонка или звонит на другой номер. Создать многопоточное приложение, моделирующее поведение болтунов. Для решения задачи использовать мьютексы.

3. *Задача о читателях и писателях («подтвержденное чтение»).* Базу данных разделяют два типа процессов – читатели и писатели. Читатели выполняют транзакции, которые просматривают записи базы данных, транзакции писателей и просматривают и изменяют записи. Предполагается, что в начале БД находится в непротиворечивом состоянии (например, если каждый элемент — число, то они все отсортированы). Каждая отдельная тран-

закция переводит БД из одного непротиворечивого состояния в другое. Транзакции выполняются в режиме «подтвержденного чтения», то есть процесс-писатель не может получить доступ к БД в том случае, если ее занял другой процесс-писатель или процесс-читатель. К БД может обратиться одновременно сколько угодно процессов-читателей. Процесс читатель получает доступ к БД, даже если ее занял процесс-писатель. Создать многопоточное приложение с потоками-писателями и потоками-читателями. Реализовать решение, используя семафоры, и не используя блокировки чтения-записи.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), выполнение контрольной работы, подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:



## Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>3</b>
Организация вычислений в многопроцессорных системах	-
Многопоточная модель ОС	0.25
Синхронизация в параллельных вычислениях	1
Задача обедающих философов	0.5
Стандарт OpenMP	0.5
Стандарт MPI	0.5
Производительность, отладка параллельных архитектур	0.25
Перспективы развития параллельных архитектур	-
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>8</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>
<b>Выполнение контрольной работы</b>	<b>18</b>
<b>Курсовая работа (проект)</b>	<b>-</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>60</b>

Приветствуется выполнение разделов самостоятельной работы в компьютерном классе кафедры.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся.
2. Контрольная работа.
3. Отчеты обучающихся по лабораторным работам.
4. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2.
5. Банк тестовых заданий к экзамену.

## 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
<b>Очная форма обучения</b>							
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы ( <b>доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии</b> )	Распределение баллов					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	До 8	До 48	До 7	До 7	До 30
	Примечания:	8 лекций по 1 баллу	До 6-ми баллов за 4-х часовую лабораторную работу (8 л.р. 4-х часовых)	На 4-й лекции	На 8-й лекции		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p>					

		<p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем;</li> <li>- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</li> </ul>
4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли и экзамен проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 и № 2 состоят из 7 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающемуся отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Экзаменационный тест состоит из 30 вопросов. Количество баллов по результатам экзамена соответствует количеству правильных ответов обучающегося на вопросы теста. Время, отводимое обучающемуся на экзаменационный тест, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

## 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

### Примеры тестов для рубежного контроля №1

1. В основе классификации вычислительных систем в систематике Флинна используются:
  - (1) показатели производительности вычислительных систем;
  - (2) понятия потоков команд и данных;
  - (3) количество имеющихся процессоров и принцип разделения памяти между процессорами.
2. Под кластером обычно понимается:
  - (1) множество отдельных компьютеров, объединенных в сеть, для которых при помощи специальных аппаратно-программных средств обеспечивается возможность унифицированного управления, надежного функционирования и эффективного использования;
  - (2) множество отдельных компьютеров, объединенных в локальную вычислительную сеть;
  - (3) множество отдельных компьютеров, подключенных к сети Интернет;
3. Для чего нужна процедура синхронизации?
  - (1) для передачи данных между потоками;
  - (2) для согласования начала выполнения параллельных потоков;
  - (3) для согласования завершения выполнения параллельных потоков;
  - (4) для передачи данных из главного потока в параллельные.

### Примеры тестов для рубежного контроля №2

1. С помощью, какой функции можно задать число потоков в параллельной области программы?
  - (1) `schedule`
  - (2) `omp_set_num_threads`
  - (3) `omp_get_num_threads`
  - (4) `master_thread`.
2. Технология MPI – это:
  - (1) интерфейс получения данных;
  - (2) интерфейс распределения сообщений;
  - (3) интерфейс передачи сообщений.
3. Каких коллективных операций в MPI не существует?
  - (1) с блокировкой;
  - (2) без блокировки;
  - (3) как тех, так и других.

### Примерный перечень вопросов для экзамена:

1. Архитектура ВС. Классификация по Флинну.
2. Архитектура с разделяемой памятью.
3. Архитектура с распределенной памятью.
4. Параллелизм на уровне команд, потоков, процессов.
5. Анализ эффективности параллельных вычислений. Закон Амдала.
6. Проблема гонки данных, проблемы синхронизации.
7. Проблемы кешируемой памяти.
8. Понятие, структура и состояния потока.
9. Создание, контроль и завершение выполнения потоков.
10. Передача параметров в поток, Приостановление потока.
11. Приоритеты потоков, Пул потоков.
12. Понятие критическая секция.
13. Средства синхронизации.
14. Средства для взаимного исключения.
15. Monitor.
16. Семафоры, Mutex.
17. Атомарные операции
18. OpenMP. Понятие Fork-Join параллелизма.
19. OpenMP. Директивы и функции.
20. OpenMP. Модель данных.
21. OpenMP. Синхронизация, барьер.
22. OpenMP. Критические секции.
23. OpenMP. Гонка данных. Директива atomic.
24. OpenMP. Замки (locks).
25. Основные понятия MPI, структура программы MPI.
26. MPI. Передача сообщений между двумя процессами.
27. MPI. Основные типы операций передачи данных.
28. MPI. Неблокирующий обмен, блокирующий обмен.
29. MPI. Базовые и пользовательские типы данных.
30. MPI. Коллективные операции. Коммуникаторы.

## **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. Каропова, Е.Д. Основы многопоточного и параллельного программирования : учебное пособие / Е.Д. Каропова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук», Сибирский научно-образовательный центр суперкомпьютерных технологий. - Красноярск: СФУ, 2016. - 355 с.: ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-

3385-0; то же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497217>.

2. Антонов, А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : курс / А.С. Антонов. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 71 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233577>

3. Левин, М.П. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие / М.П. Левин. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 120 с. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-857-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233111>

## **7.2. Дополнительная учебная литература**

1. Э.Уильямс Параллельное программирование на С++ в действии. Пер. с англ. Слинкин А.А. -М.: ДМК Пресс, 2012. – 672с.: ил.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы для обучающихся очной и заочной формы обучения:

- Стукало В.А. Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Параллельное программирование», «Технологии параллельного программирования». Курган: КГУ, 2020. – 11 с.

## **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ;

## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. ЭБС «Лань».
2. ЭБС «Консультант студента».
3. ЭБС «Znanium.com».
4. «Гарант» - справочно-правовая система.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

## **12. ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Технологии параллельного программирования»**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**09.03.04 – Прикладная информатика**

Направленность:

**Интеллектуальные информационные системы и технологии**

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часов)

Семестр: 6 (очная форма обучения),

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Содержание дисциплины

Организация вычислений в многопроцессорных системах. Многопоточная модель ОС. Синхронизация в параллельных вычислениях. Задача об обходящих философов. Стандарт OpenMP. Стандарт MPI. Производительность, отладка параллельных архитектур. Перспективы развития параллельных архитектур.