

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

Кафедра «Фундаментальная математика»



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
/Т.Р. Змызгова/
«04» сентября 2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ
образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

01.05.01 Фундаментальные математика и механика
Направленность (профиль) «Математическое и программное обеспечение
информационных систем»

Форма обучения: очная

Курган 2021

Рабочая программа дисциплины «Технологии параллельного программирования» составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета «Фундаментальные математика и механика» (Математическое и программное обеспечение информационных систем), утвержденной:
- для очной формы обучения «30» августа 2021 года;

«Фундаментальной математики» «06» сентября 2021 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил:
К. пед. наук, доцент кафедры
«Фундаментальная математика»



А.В. Чернышова

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Фундаментальная математика»



М.В. Гаврильчик

Специалист по учебно-методической
работе учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник управления
образовательной деятельности



С.Н. Синицын

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единиц трудоемкости (144 академических часов)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	46	46
в том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	30	30
Практические занятия	-	-
Самостоятельная работа, всего часов	98	98
в том числе:		
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и рубежному контролю)	80	80
Контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	144	144

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Технологии параллельного программирования» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, формируемые дисциплинами «Основы программирования», «Операционные системы» и «Объектно-ориентированное программирование».

Компетенции, формируемые дисциплинами, необходимы для освоения дисциплин «Архитектура информационных систем», «Технологии проектирования информационных систем», «Распределенные вычислительные системы».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Основная цель изучения дисциплины – освоение методов, инструментария и подходов, используемых в параллельных вычислениях.

Задачами дисциплины являются: освоение и применение на практике технологий многопоточных вычислений и способов их синхронизации.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплин.

- способностью разрабатывать, внедрять и адаптировать прикладное программное обеспечение (ПК-1);
- способностью выполнять работы по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы (ПК-3).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: способы построения многопоточных вычислений; методы синхронизации вычислений (ПК-1, ПК-3).

Уметь: использовать функции ядра операционных систем Windows и Linux для многопоточных вычислений и их синхронизации; пользоваться функциями синхронизации вычислений, восторенные в языки программирования (ПК-1, ПК-3).

Владеть: кроссплатформенными способами реализации многопоточной модели вычислений; средствами синхронизации вычислений языков C++, Erlang, Golang; способами отладки многопоточных приложений (ПК-1, ПК-3).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Учебно-тематический план

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Лаборатор. работы	Практичес. занятия
1	Введение в параллельные архитектуры	4	-	-
2	Основы многопоточных моделей вычислений	5	16	-
	Рубежный контроль №1	1		
3	Высокопроизводительные вычисления	5	14	-
	Рубежный контроль №2	1		
	Всего	16	30	-

4.2 Содержание лекционных занятий

Раздел 1. Введение в параллельные архитектуры.

Цели и задачи изучения дисциплины; взаимосвязи с другими дисциплинами; обзор рабочей программы и учебно-методических материалов. Классификация параллельных архитектур.

Раздел 2. Основы многопоточных моделей вычислений

Процессы, нити, легковесные нити. Функции синхронизации вычислений: Критические секции, семафоры, барьеры. Shared Memory как способ организации совместного доступа к данным при параллельных вычислениях. Многопоточные языки программирования Erlang, Golang. Функции синхронизации в C++.

Раздел 3. Высокопроизводительные вычисления

Критерии оценки производительности параллельных архитектур. Отладка параллельных архитектур. Перспективы развития параллельных вычислений.

4.3 Лабораторные работы

Наименование и содержание лабораторной работы	Часов контактной работы с преподавателем
РАЗДЕЛ №2. ОСНОВЫ МНОГОПОТОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ВЫЧИСЛЕНИЙ	
Лабораторная работа №1 <i>Критические секции</i>	8
Лабораторная работа №2. <i>Семафоры</i>	8
РАЗДЕЛ №3. ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	
Лабораторная работа №3. <i>Приложение с моделью взаимодействия на акторах (Erlang, Golang)</i>	4
Лабораторная работа №4. <i>Векторизация вычислений</i>	4
Лабораторная работа №5. <i>Реализация высоко-параллельного автомата со сменой тактики</i>	6
Всего часов лабораторных занятий по дисциплине	30

4.4 Контрольная работа

Не предусмотрена.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Конспект лекций (краткий обзор рассматриваемых на лекциях вопросов) представлен в формате мультимедийных презентаций и включен в состав учебно-методического комплекса дисциплины, доступного студентам.

Более детальное содержание лекционного материала представлено в [1 –7], структура и содержание которых в целом соответствуют тематическому плану изучения дисциплины.

Лабораторный практикум включает практические задания по двум тематическим разделам дисциплины: «Основы многопоточной модели вычислений» и «Высокопроизводительные вычисления» и имеет целью практическое освоение студентами соответствующих технологий и инструментальных средств. Все работы выполняются в соответствии с индивидуальными заданиями, выданными преподавателем. Состав заданий, методические указания по их выпол-

нению и требования к содержанию и оформлению отчетов приведены в соответствующих разделах учебного пособия [8].

Для текущего контроля успеваемости 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 практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов по освоению дисциплины включает проработку материала лекционного курса, подготовку и выполнение лабораторных работ, а также подготовку к рубежным контролям, и итоговой аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета.

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	46
Классификация и перспективы развития параллельных архитектур	9
Многопоточная модель современных ОС	9
Многопоточные языки программирования	9
Функции синхронизации в C++	10
Критерии оценки производительности параллельных архитектур	9
Подготовка к лабораторным занятиям (по 2 часа на каждую лабораторную работу)	30
Подготовка к рубежному контролю (по 2 часа на каждый рубеж)	4
Выполнение контрольной работы	-
Подготовка к зачету	18
Всего:	98

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Отчеты студентов по лабораторным занятиям.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2.
4. Вопросы к зачету.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание
1	Распределе-	Распределение баллов

	ние баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение лабораторных занятий, активность на занятиях, защита лабораторных работ	Контрольная работа	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	До 16	До 30	-	До 12	До 12	До 30
		Примечания:	8 лекций по 2 балла	15 лабораторных занятий по 2 балла		На 5 лекционном занятии	На 8 лекционном занятии	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета		60 и менее баллов – незачтено; 61...100 – зачтено					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов		<p>Для допуска к промежуточной аттестации студент должен выполнить все лабораторные работы текущего и рубежного контроля и набрать не менее 50 баллов.</p> <p>Для получения зачета «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов: - 61 для получения «автоматически» оценки «зачтено».</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения заданий текущего и рубежного контроля, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры.</p>					
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра		<p>В случае если к промежуточной аттестации не выполнены все лабораторные работы и набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо выполнить дополнительные задания, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических занятий.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение и защита отчетов по пропущенным лабораторным занятиям (1...2 балла); - прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа); <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 проводятся в форме тестов.

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

Варианты заданий для рубежных контролей состоят: № 1 – из 2 вопросов (каждый по 6 баллов), № 2 – из 3 вопросов (каждый по 4 балла).

На каждую работу при рубежном контроле студенту отводится время не менее 45 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты рубежного контроля каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачет проходит в классической форме в виде устного собеседования. В билете 2 вопроса. Каждый вопрос в билете оценивается до 15 баллов. Количество баллов по результатам зачета зависит от количества правильных ответов (до 30 баллов). Время, отводимое студенту на подготовку к ответу, составляет 45 минут.

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

6.4 Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачёта

Рубежный контроль №1. Введение в параллельные вычисления

<i>Вопрос</i>	<i>№</i>	<i>Варианты ответов</i>
Что такое критическая секция?	1	Опасный участок кода
	2	Секция кода в которой вычисляются в монопольном режиме одним из процессов
	3	Опасный участок кода внутри оператора try
	4	Специальный вид легковесной нити
Что такое семафор?	1	Функция синхронизации вычислений
	2	Вид селектора для параллельных вычислений
	3	Вид цикла
	4	Вид транзакции

Рубежный контроль №2. Высокопроизводительные вычисления

<i>Вопрос</i>	<i>№</i>	<i>Варианты ответов</i>
Как оценивается эффективность параллельных архитектур?	1	По скорости работы
	2	По отношению времени полезных вычислений к времени синхронизации
	3	По времени исполнения
	4	По нагрузке на CPU
Что такое векторизация?	1	Превращение массива в вектор
	2	Перечисление элементов вектора
	3	Способ распараллеливания последовательного алгоритма перебора
	4	Способ сериализации данных
Что такое deadlock?	1	Неисправный замок
	2	Зависший процесс, управляющий дочерними процессами
	3	Неисправимое состояние блокировки процесса
	4	Процесс, без которого вычисления невозможны

Вопросы для подготовки к зачету

1. Классификация Флинна для параллельных архитектур.
2. Синхронная и асинхронная модели вычислений.
3. Отличия процесса от нити и легковесной нити.
4. Модель вычислений на акторах.
5. Для чего нужна синхронизация вычислений.
6. Что такое Критические секции.
7. Что такое Семафоры.
8. Что такое Каналы.
9. Что такое Shared Memory.
10. Что такое Барьеры.
11. Для чего нужна векторизация вычислений.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1 Основная литература:

1. Введение в параллельное программирование. ИНТУИТ. Национальный открытый университет. /Электронный ресурс/ <https://intuit.ru/studies/courses/4807/1055/lecture/16369>
2. Академия Microsoft: Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio. /Электронный ресурс/ <https://intuit.ru/studies/courses/4807/1055/info>
3. Бесплатные материалы для программистов /Электронный ресурс/ <https://tproger.ru/articles/free-programming-books/>
4. Средства параллельного программирования для ОС Linux. OpenNet /Электронный ресурс/ https://www.opennet.ru/docs/RUS/linux_parallel/

7.2 Дополнительные информационные источники:

5. Golang /Электронный ресурс/ <https://golang.org/doc/tutorial/> Golang tutorial
6. Erlang OTP /Электронный ресурс/ <https://www.erlang.org/> Build massively scalable soft real-time systems
7. MSDN /Электронный ресурс/
<https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/sync/interprocess-synchronization> Interprocess Synchronization
8. Высокопроизводительные вычисления: учеб. посо-бие – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 180 с.
https://amd.spbstu.ru/userfiles/files/methodical_material/badenko_visokoproizvoditelnie_vichislenija_2010.pdf

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Техническое обеспечение

№	Наименование	Использование
1	Комплект: ноутбук, медиа-проектор, экран	Для демонстрации иллюстративного материала при чтении лекций.
2	Персональный компьютер стандартной комплектации	Используется при выполнении лабораторных и контрольных работ.

8.2 Программное обеспечение

№	Наименование	Использование
---	--------------	---------------

1	Golang	Используются в качестве языка программирования при выполнении лабораторных и контрольных работ.
2	Erlang OTP	
3	Microsoft Visual C++	
4	GCC,G++	

12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, 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 он-лайн. 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 сведения обучающихся.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины
ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ
образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

01.05.01 Фундаментальные математика и механика **Направленность (профиль) «Математическое и программное обеспечение** **информационных систем»**

Форма обучения: очная
Трудоемкость – 4 зач. ед. (144 акад. часов)
Семестр: 7
Промежуточная аттестация: зачет

Содержание дисциплины

Классификация параллельных архитектур. Процессы, нити, легковесные нити. Функции синхронизации вычислений: Критические секции, семафоры, барьеры. Shared Memory как способ организации совместного доступа к данным при параллельных вычислениях. Многопоточные языки программирования Erlang, Golang. Функции синхронизации в C++. Критерии оценки производительности параллельных архитектур. Отладка параллельных архитектур. Перспективы развития параллельных вычислений.