

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»**  
**(БГТУ им. В. Г. Шухова)**

**СОГЛАСОВАНО**  
Директор института  
магистратуры  
И. В. Космачева  
« 28 » \_\_\_\_\_ 20 22 г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор института ЭИТУС  
А. В. Белоусов  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины (модуля)**

Параллельные вычисления и многопоточное программирование

Направление подготовки (специальность):

27.04.04 Управление в технических системах

Направленность программы (профиль, специализация):

Управление и информатика в технических системах

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная

Институт Магистратуры

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 942 от 11 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2022 году.

Составитель (составители):

\_\_\_\_\_ ст. преп.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

\_\_\_\_\_ А. А. Степовой  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 15 » \_\_\_\_\_ оч \_\_\_\_\_ 20 22 г., протокол № 8

И. о. заведующего кафедрой:

\_\_\_\_\_ канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

\_\_\_\_\_ Д. А. Бушуев  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

\_\_\_\_\_ Технической кибернетики  
(наименование кафедры/кафедр)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » \_\_\_\_\_ оч \_\_\_\_\_ 20 22 г., протокол № 8

Председатель:

\_\_\_\_\_ канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

\_\_\_\_\_ А. Н. Семернин  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ПК-1. Способен разрабатывать программное обеспечение сложных систем автоматизации и управления с применением современных методов программирования цифровых управляющих устройств	ПК-1.1. Разрабатывает программное обеспечение сложных систем автоматизации и управления с применением методов многопоточного программирования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> понятие, типы и характеристики систем с параллельной обработкой данных; основные технологии и модели (архитектуры) параллельного программирования; методы проектирования и разработки параллельных программ средствами языка программирования C++ в современных инструментальных средах; алгоритмы, реализующие методы параллельной обработки информации; принципы организации вычислительных процессов в параллельных системах обработки информации и методы организации параллельной обработки информации; инструменты создания и отладки многопоточных программ; основные типы ошибок, проблемы в многопоточных программах и методы борьбы с ними; особенности синхронизации нитей и потоков; возможности языка программирования C++, необходимые для написания многопоточных программ;</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать параллельные алгоритмы и программы на языке программирования C++ с использованием технологии CUDA; выявлять и устранять ошибки в параллельных программах с применением специальных программных средств параллельного программирования; проводить распараллеливание алгоритмов; создавать эффективные многопоточные программы; находить и</p>

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
			<p>исправлять ошибки и проблемы в многопоточных программах;</p> <p><b>Владеть:</b> теоретическими знаниями о построении и программировании параллельных систем; методами проектирования параллельных вычислительных систем; навыками разработки и отладки многопоточных приложений и параллельных программ при решении практических задач в современных инструментальных средах; инструментами создания и отладки многопоточных программ; технологиями многопоточного программирования языка C++</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1.** Способен разрабатывать программное обеспечение сложных систем автоматизации и управления с применением современных методов программирования цифровых управляющих устройств.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Параллельные вычисления и многопоточное программирование
2	Защита информации в системах автоматизации и управления
3	Программирование систем реального времени
3	Программное обеспечение и системные функции контроллеров
4	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>	<b>73</b>	<b>73</b>
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>107</b>	<b>107</b>
курсовой проект	-	-
курсовая работа	-	-
расчетно-графическое задание	-	-
индивидуальное домашнее задание	-	-
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Введение</b>				
1.1.	Классификация вычислительных систем. Направления развития современных суперкомпьютеров. Пути достижения параллелизма. Классификация Флинна вычислительных систем. Типовые схемы коммуникации в многопроцессорных вычислительных системах	1	-	-	2
1.2.	Средства многопоточного программирования. Стандарт OpenMP. Многопоточное программирование в C++. Кроссплатформенные многопоточные библиотеки	1	-	-	2
<b>2.</b>	<b>Многопоточность в C++</b>				
2.1.	Управление потоками. Базовые операции управления потоками. Запуск потока. Ожидание завершения потока. Передача аргументов функции потока. Передача владения потоком. Задание количества потоков во время выполнения. Идентификация потоков	2	-	4	6
2.2.	Разделение данных между потоками. Проблемы разделения данных между потоками. Защита разделяемых данных с помощью мьютексов. Использование мьютексов в C++. Структурирование кода для защиты разделяемых данных. Выявление состояний гонки, внутренне присущих интерфейсам. Взаимоблокировка: проблема и решение. Гибкая блокировка с помощью <code>std::unique_lock</code> . Передача владения мьютексом между контекстами. Выбор правильной гранулярности блокировки. Другие средства защиты разделяемых данных	2	-	4	6
2.3.	Синхронизация параллельных операций. Ожидание события или иного условия. Ожидание одноразовых событий с помощью механизма будущих результатов. Применение синхронизации операций для упрощения кода	2	-	4	6
2.4.	Модель памяти C++ и атомарные операции. Основы модели памяти. Атомарные операции и типы в C++. Синхронизация операций и принудительное упорядочение	2	-	2	4

2.5.	Проектирование параллельных структур данных с блокировками. Что понимается под проектированием структур данных, рассчитанных на параллельный доступ? Параллельные структуры данных с блокировками. Проектирование более сложных структур данных с блокировками	2	-	4	6
2.6.	Проектирование параллельных структур данных без блокировок. Определения и следствия из них. Примеры структур данных, свободных от блокировок. Рекомендации по написанию структур данных без блокировок	2	-	-	2
2.7.	Параллельные алгоритмы. Алгоритмы параллельных вычислений для матричных операций. Параллельные алгоритмы решения систем линейных уравнений. Параллельные алгоритмы сортировки данных. Параллельные методы на графах. Задача поиска кратчайших путей. Задача нахождения минимального охватывающего дерева. Задача оптимального разделения графов.	4	-	4	8
2.8.	Проектирование параллельных программ. Методы распределения работы между потоками. Факторы, влияющие на производительность параллельного кода. Проектирование структур данных для повышения производительности многопоточной программы. Дополнительные соображения при проектировании параллельных программ. Проектирование параллельного кода на практике	2	-	-	3
2.9.	Продвинутое управление потоками. Пулы потоков. Прерывание потоков	2	-	-	2
2.10.	Тестирование и отладка многопоточных приложений Типы ошибок, связанных с параллелизмом Методы поиска ошибок, связанных с параллелизмом	2	-	-	2
<b>3.</b>	<b>Высокопроизводительные вычислительные системы на базе графических процессоров. Технология CUDA</b>				
3.1.	Введение в технологию CUDA. Многоядерные вычислительные системы. Массивнопараллельные процессоры.	2	-	-	2
3.2.	Модель программирования CUDA. Ядра. Иерархия потоков. Иерархия памяти	2	-	-	2
3.3.	Среда выполнения CUDA. Инициализация. Память устройства. Управление доступом к памяти устройства L2. Разделяемая память. Память хоста с блокировкой страниц.	2	-	4	6
3.4.	Асинхронное параллельное выполнение. Унифицированное виртуальное адресное пространство. Межпроцессная коммуникация	2	-	4	6
3.5.	Текстура и поверхностная память	2	-	4	6
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>71</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.



### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № <u>1</u>				
1	Многопоточность в C++	Разработка простейших многопоточных программ	2	2
2	Многопоточность в C++	Потокобезопасные структуры данных	4	4
3	Многопоточность в C++	Редукция и префиксная сумма	4	4
4	Многопоточность в C++	Паттерны многопоточного программирования	4	4
5	Многопоточность в C++	Многопоточное программирование без использования блокировок	4	4
6	Многопоточность в C++	Решение систем линейных алгебраических уравнений	4	4
7	Высокопроизводительные вычислительные системы на базе графических процессоров. Технология CUDA	Редукция и префиксная сумма при помощи CUDA	4	4
8	Высокопроизводительные вычислительные системы на базе графических процессоров. Технология CUDA	Обработка одномерных массивов и матриц при помощи CUDA	4	4
9	Высокопроизводительные вычислительные системы на базе графических процессоров. Технология CUDA	Обработка изображений массивов и матриц при помощи CUDA	4	4
ИТОГО:			34	34

### 4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ПК-1.** Способен разрабатывать программное обеспечение сложных систем автоматизации и управления с применением современных методов программирования цифровых управляющих устройств.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Разрабатывает программное обеспечение сложных систем автоматизации и управления с применением методов многопоточного программирования	Защита лабораторных работ, экзамен.

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Классификация вычислительных систем. Направления развития современных суперкомпьютеров. Пути достижения параллелизма. Классификация Флинна вычислительных систем. Типовые схемы коммуникации в многопроцессорных вычислительных системах</li><li>2. Средства многопоточного программирования. Стандарт OpenMP. Многопоточное программирование в C++. Кроссплатформенные многопоточные библиотеки</li></ol>
2	Многопоточность в C++	<ol style="list-style-type: none"><li>3. Управление потоками. Базовые операции управления потоками. Запуск потока. Ожидание завершения потока. Передача аргументов функции потока. Передача владения потоком. Задание количества потоков во время выполнения. Идентификация потоков</li><li>4. Разделение данных между потоками. Проблемы разделения данных между потоками. Защита разделяемых данных с помощью мьютексов. Использование мьютексов в C++.</li><li>5. Структурирование кода для защиты разделяемых данных. Выявление состояний гонки, внутренне присутствующих интерфейсам. Взаимоблокировка: проблема и решение.</li><li>6. Гибкая блокировка с помощью <code>std::unique_lock</code>. Передача владения мьютексом между контекстами. Выбор правильной гранулярности блокировки. Другие средства защиты разделяемых данных</li><li>7. Синхронизация параллельных операций. Ожидание события или иного условия. Ожидание однократных событий с помощью механизма будущих результатов. Применение синхронизации операций для упрощения кода</li><li>8. Модель памяти C++ и атомарные операции. Основы модели памяти. Атомарные операции и типы в C++.</li></ol>

		<p>Синхронизация операций и принудительное упорядочение</p> <p>9. Проектирование параллельных структур данных с блокировками. Что понимается под проектированием структур данных, рассчитанных на параллельный доступ?</p> <p>10. Параллельные структуры данных с блокировками. Проектирование более сложных структур данных с блокировками</p> <p>11. Проектирование параллельных структур данных без блокировок. Определения и следствия из них. Примеры структур данных, свободных от блокировок. Рекомендации по написанию структур данных без блокировок</p> <p>12. Параллельные алгоритмы. Алгоритмы параллельных вычислений для матричных операций. Параллельные алгоритмы решения систем линейных уравнений.</p> <p>13. Параллельные алгоритмы сортировки данных.</p> <p>14. Параллельные методы на графах. Задача поиска кратчайших путей. Задача нахождения минимального охватывающего дерева. Задача оптимального разделения графов.</p> <p>15. Проектирование параллельных программ. Методы распределения работы между потоками. Факторы, влияющие на производительность параллельного кода.</p> <p>16. Проектирование структур данных для повышения производительности многопоточной программы.</p> <p>17. Продвинутое управление потоками. Пулы потоков. Прерывание потоков</p> <p>18. Тестирование и отладка многопоточных приложений Типы ошибок, связанных с параллелизмом Методы поиска ошибок, связанных с параллелизмом</p>
2	<p>Высокопроизводительные вычислительные системы на базе графических процессоров. Технология CUDA</p>	<p>19. Введение в технологию CUDA. Многоядерные вычислительные системы. Массивнопараллельные процессоры.</p> <p>20. Модель программирования CUDA. Ядра. Иерархия потоков. Иерархия памяти</p> <p>21. Среда выполнения CUDA. Инициализация. Память устройства. Управление доступом к памяти устройства L2. Разделяемая память. Память хоста с блокировкой страниц.</p> <p>22. Асинхронное параллельное выполнение. Унифицированное виртуальное адресное пространство. Межпроцессная коммуникация</p> <p>23. Текстура и поверхностная память</p>

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические

указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	Разработка простейших многопоточных программ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запишите основные методы языка C++ для управление потоками (Запуск потока, ожидание завершения потока)</li> <li>2. Приведите пример простейшей многопоточной программы.</li> <li>3. Как передать аргументы функции потока по ссылке?</li> </ol>
2	Потокобезопасные структуры данных	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как решаются проблемы разделения данных между потоками?</li> <li>2. Приведите пример защиты разделяемых данных с помощью мьютексов на языке C++.</li> <li>3. Что такое состояние гонки?</li> <li>4. В чем заключается проблема взаимоблокировки и как ее решить.</li> </ol>
3	Редукция и префиксная сумма	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Опишите реализацию алгоритма редукции в многопоточной программе.</li> <li>6. Опишите реализацию алгоритма нахождения префиксной суммы в многопоточной программе</li> </ol>
4	Паттерны многопоточного программирования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как осуществляется синхронизация параллельных операций?</li> <li>2. Приведите пример ожидания события или иного условия потоком на языке C++.</li> </ol>
5	Многопоточное программирование без использования блокировок	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем заключаются основные аспекты проектирования параллельных структур данных без блокировок.</li> <li>2. Приведите примеры структур данных, свободных от блокировок.</li> </ol>
6	Решение систем линейных алгебраических уравнений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений в несколько потоков.</li> <li>2. Приведите пример простейшей многопоточной программы.</li> <li>3. Как решаются проблемы разделения данных между потоками?</li> <li>4. Приведите пример защиты разделяемых данных с помощью мьютексов на языке C++.</li> <li>5. Что такое состояние гонки?</li> <li>6. В чем заключается проблема взаимоблокировки и как ее решить</li> </ol>
7	Редукция и префиксная сумма при помощи CUDA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем заключаются основные идеи модели программирования CUDA.</li> <li>2. Что такое ядро. Приведите пример простейшего ядра и его запуска.</li> <li>3. Что такое разделяемая память и как ее использовать?</li> </ol>
8	Обработка одномерных	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как осуществляется индексация элементов массива</li> </ol>

	массивов и матриц при помощи CUDA	вов и матриц на основе номера блока и номера потока? 2. Приведите реализацию алгоритма работы с матрицами используя технологию CUDA.
9	Обработка изображений массивов и матриц при помощи CUDA	1. Что такое память хоста с блокировкой страниц. 2. Что необходимо сделать чтобы ядра и операции с памятью выполнялись параллельно 3. Приведите пример использования текстурной памяти на языке C++.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, современных алгоритмов и структур данных для многопоточных программ, основных принципов в области параллельного программирования
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение создавать эффективные многопоточные программы и находить, и исправлять ошибки в них
	Умение проводить распараллеливание алгоритмов
	Умение разрабатывать параллельные алгоритмы и программы на языке программирования C++ с использованием технологии CUDA
	Умение выявлять и устранять ошибки в параллельных программах с применением специальных программных средств параллельного программирования
Навыки	Владеть навыками разработки и отладки многопоточных приложений и параллельных программ при решении практических задач в современных инструментальных средах на языке C++
	Владеть методами проектирования параллельных вычислительных систем

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, современных	Не знает терминов, классификаций, современных алгоритмов и	Знает термины, классификации, современные алгоритмы и	Знает термины, классификации, современные алгоритмы и	Знает термины, классификации, современные алгоритмы и

алгоритмов и структур данных для многопоточных программ, основных принципов в области параллельного программирования	структур данных для многопоточных программ, основных принципов в области параллельного программирования	структуры данных для многопоточных программ, основные принципы в области параллельного программирования, но допускает неточности формулировок	структуры данных для многопоточных программ, основные принципы в области параллельного программирования	структуры данных для многопоточных программ, основные принципы в области параллельного программирования, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение создавать эффективные многопоточные программы и находить, и исправлять ошибки в них	Не умеет создавать эффективные многопоточные программы и находить, и исправлять ошибки в них	Умеет разрабатывать только отдельные создавать подпрограммы многопоточных программ	Умеет создавать эффективные многопоточные программы	Умеет создавать эффективные многопоточные программы и находить, и исправлять ошибки в них

Умение проводить распараллеливание алгоритмов	Не умеет проводить распараллеливание алгоритмов	Умеет проводить распараллеливание некоторых простых алгоритмов	Умеет проводить распараллеливание большинства алгоритмов	Умеет проводить распараллеливание алгоритмов
Умение разрабатывать параллельные алгоритмы и программы на языке программирования C++ с использованием технологии CUDA	Не умеет разрабатывать параллельные алгоритмы и программы на языке программирования C++ с использованием технологии CUDA	Умеет разрабатывать отдельные программные методы на языке программирования C++ с использованием технологии CUDA	Умеет разрабатывать Простые параллельные алгоритмы и программы на языке программирования C++ с использованием технологии CUDA	Умеет разрабатывать параллельные алгоритмы и программы на языке программирования C++ с использованием технологии CUDA
Умение выявлять и устранять ошибки в параллельных программах с применением специальных программных средств параллельного программирования	Не умеет выявлять и устранять ошибки в параллельных программах с применением специальных программных средств параллельного программирования	Умеет использовать отдельные возможности различных программных систем для выявления и устранения ошибок в параллельных программах.	Умение выявлять и устранять большинство ошибок в параллельных программах с применением специальных программных средств параллельного программирования	Умеет выявлять и устранять ошибки в параллельных программах с применением специальных программных средств параллельного программирования

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками разработки и отладки многопоточных приложений и параллельных программ при решении практических задач в современных инструментальных средах на языке C++	Не владеет разработки и отладки многопоточных приложений и параллельных программ при решении практических задач в современных инструментальных средах на языке C++	Имеет слабые навыки разработки и отладки многопоточных приложений и параллельных программ при решении практических задач в современных инструментальных средах на языке C++	Владеет базовыми навыками разработки и отладки многопоточных приложений и параллельных программ при решении практических задач в современных инструментальных средах на языке C++	Владеет охватываемыми учебной программой методами разработки и отладки многопоточных приложений и параллельных программ при решении практических задач в современных инструментальных средах на языке C++
Владеть методами проектирования	В принципе не понимает как проектировать	Имеет поверхностное представление о том	Владеет базовыми методами проектирования	Владеет проектирования параллельных

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
я параллельных вычислительных систем	ппараллельные вычислительные системы	как проектировать параллельные вычислительные системы	параллельных вычислительных систем	вычислительных систем

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления УК 4, № 231	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, ноутбук; проектор с переносным экраном; 6 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет; стенд для исследования мобильных роботов, шкаф автоматизации лабораторной установки для изучения САР уровня
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	MathWorks	Лицензия №1145851 бессрочная
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018 бессрочная



6	Visual Studio Community	Может использовать неограниченное число пользователей в организации в следующих случаях: в учебных аудиториях, для научных исследований или участия в проектах с открытым кодом
7	CUDA Toolkit	Бесплатное программное обеспечение

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Карепова, Е. Д. Основы многопоточного и параллельного программирования: учебное пособие / Карепова Е.Д. - Красноярск: СФУ, 2016. - 356 с.: ISBN 978-5-7638-3385-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/966962> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования: учебное пособие / К. Ю. Богачёв. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 345 с. - ISBN 978-5-00101-758-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135516> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Энтони Уильямс Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ. Пер. с англ. Слинкин А. А. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 672с.: ил.
4. Биллиг В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование [Электронный ресурс] / В.А. Биллиг. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 310 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73705.html>
5. Гергель В.П. Современные языки и технологии параллельного программирования: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии". М.: Московский университет, 2012. - 407 с.
6. Антонов А.С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP учеб. пособие для студ. Вузов. МГУ им. М.В. Ломоносова: М. Московский университет: 2012. – 340 с.
7. Боресков А.В. и др. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA. Учеб. пособие. 2-е изд. М.: Издательство Московского университета, 2015. – 336с

Перечень дополнительной литературы:

1. Барский А.Б. Параллельные информационные технологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Б. Барский. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. — 503 с. — 978-5-4487-0087-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67379.html>

2. Левин М.П. Параллельное программирование с использованием OpenMP [Электронный ресурс] / М.П. Левин. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 133 с. — 978-5-94774-857-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52216.html>
3. Косяков М.С. Введение в распределенные вычисления. — СПб: НИУ ИТМО, 2014. — 155 с.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.elibrary.ru/>- Научная электронная библиотека
2. <http://www.gpntb.ru/>- Государственная публичная научно-техническая библиотека России
3. <http://elibrary.bmstu.ru/> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана
4. <http://www.viniti.ru/> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ)
5. <http://www.unilib.neva.ru/rus/>- Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета
6. <http://elibrary.eltech.ru/> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета
7. <http://www.ntb.bstu.ru/> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова
8. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
9. Поток выполнения [Электронный ресурс] // URL = <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
10. Операционная платформа. Определения и классификация [Электронный ресурс] // URL = <http://gigabaza.ru/doc/33138.html>
11. Процессы и потоки in-depth. Обзор различных потоковых моделей [Электронный ресурс] // URL = <http://habrahabr.ru/post/40227>
12. <http://www.intuit.ru/> [Электронный ресурс]
13. <http://www.parallel.ru> Материалы на сайте Лаборатории параллельных информационных технологий МГУ.

## УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В. Г. Рубанов  
подпись ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
подпись ФИО