

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт прикладной математики, физики и информатики  
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

\_\_\_\_\_ К.С. Хорьков

\_\_\_\_\_ 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Параллельное программирование и основы суперкомпьютерных технологий**  
(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

\_\_\_\_\_ 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии  
(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

\_\_\_\_\_ Мобильные и Интернет-технологии  
(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир  
Год 2021

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – изучение математических моделей и методов параллельного программирования для многопроцессорных вычислительных систем, а также практическое освоение приемов и техник разработки параллельных программ.

Задачи:

- изучение основных понятий и принципов параллельных вычислений
- освоение современных технологий разработки параллельных программ
- овладение инструментарием разработки параллельных программ

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Параллельное программирование и основы суперкомпьютерных технологий» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 Дисциплины (модули) учебного плана.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-3. Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	ОПК-3.1. Знает методы теории алгоритмов, системного и прикладного программирования, принципы и методологии тестирования программного обеспечения, принципы математического моделирования, типовые (универсальные) математические (включая информационные и имитационные) модели, формулы, теоремы и методы, используемые в широком наборе областей применения прикладной математики. ОПК-3.2. Умеет определять и составлять информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем, осуществлять обоснованный выбор адекватных поставленной задаче базовых математических моделей, модифицировать базовые и (или) разрабатывать оригинальные математические модели в соответствии со спецификой поставленной задачи моделирования. ОПК-3.3. Владеет навыками разработки программного обеспечения, а также выполнения математического моделирования от анализа постановки задачи до анализа	Знает: <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы теории параллельных алгоритмов</li> <li>• принципы и методологии тестирования параллельных программ</li> <li>• типовые модели параллельных программ.</li> </ul> Умеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять обоснованный выбор адекватных поставленной задаче базовых моделей параллельных программ</li> <li>• модифицировать базовые и (или) разрабатывать оригинальные модели и алгоритмы параллельных программ в соответствии со спецификой поставленной задачи</li> </ul> Владеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки программного обеспечения, а также выполнения математического моделирования от анализа постановки задачи до анализа результатов.</li> </ul>	Отчёты по лабораторным работам.  Контрольные вопросы к лабораторным работам.  Контрольные вопросы к рейтинг-контролю.

	результатов.		
ОПК-2. Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Знает основные положения, концепции и терминологию в области программирования, знаком с содержанием Единого реестра российских программ. ОПК-2.2. Умеет осуществлять обоснованный выбор компьютерных/суперкомпьютерных методов и необходимого программного обеспечения при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-2.3. Владеет навыками применения компьютерных/суперкомпьютерных методов и программного обеспечения при решении конкретных задач	Знает: • основные положения, концепции и терминологию в области параллельного программирования Умеет: • осуществлять обоснованный выбор компьютерных/суперкомпьютерных методов и необходимого программного обеспечения при решении задач профессиональной деятельности Владеет: • навыками применения компьютерных/суперкомпьютерных методов и программного обеспечения при решении конкретных задач	Отчёты по лабораторным работам.  Контрольные вопросы к лабораторным работам.  Контрольные вопросы к рейтинг-контролю.
ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Знает принципы работы и использования современных информационных технологий в профессиональной деятельности, основные требования информационной безопасности. ОПК-6.2. Умеет осуществлять обоснованный выбор необходимых информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-6.3. Владеет практическими навыками использования информационно-коммуникационных технологий при решении задач профессиональной деятельности.	Знает: <input type="checkbox"/> принципы работы и использования современных информационных технологий в профессиональной деятельности; Умеет: <input type="checkbox"/> осуществлять обоснованный выбор необходимых информационных технологий. Владеет: <input type="checkbox"/> навыками использования информационно-коммуникационных технологий.	Отчёты по лабораторным работам.  Контрольные вопросы к лабораторным работам.  Контрольные вопросы к рейтинг-контролю
ПК-1. Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	ПК-1.1. Знает методики разработки требований к системе, методы классического системного анализа, стандарты оформления технических заданий, методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования, языки формализации функциональных спецификаций, принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения, основные концепции и атрибуты качества программного обеспечения. ПК-1.2. Умеет выбирать методики разработки требований	Знает: • возможности современных и перспективных средств разработки параллельных программ; • методологии и технологии разработки параллельных программ; • типовые модели параллельных алгоритмов; • основные свойства параллельных алгоритмов и способы их оценки; Умеет: • проводить анализ требований к разработке параллельного алгоритма; • выбирать средства и варианты реализации	Отчёты по лабораторным работам.  Контрольные вопросы к лабораторным работам.  Контрольные вопросы к рейтинг-контролю.

	<p>к системе и шаблоны документов требований к системе, определять источники информации для требований к системе, выполнять тестирование системы с целью проверки её реализации на соответствие требованиям, формулировать и оформлять запросы на изменение требований, проводить анализ исполнения требований, выработать варианты их реализации, проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений, выбирать и использовать средства и варианты реализации программного обеспечения.</p> <p>ПК-1.3. Владеть навыками планирования работ по разработке требований к системе, анализа проблемной ситуации, согласования целей создания системы с заинтересованными лицами, оформления технического задания на систему, представления концепции, технического задания и изменений в них заинтересованным лицам, оценки возможностей, времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению, разработки и согласования технических спецификаций на программное обеспечение, формирования и предоставления отчетности в соответствии с установленными регламентами, проектирования структур данных, баз данных, программных интерфейсов.</p>	<p>параллельных программ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать существующие типовые решения и библиотеки параллельного программирования;</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками составления требований к параллельному алгоритму</li> <li>навыками оценки эффективности и трудоемкости реализации параллельного алгоритма;</li> <li>навыками отладки параллельных программ;</li> <li>навыками проектирования структур данных, баз параллельных структур данных;</li> </ul>	
<p>ПК-2. Способен анализировать требования к программному средству</p>	<p>ПК-2.1. Знает методы анализа и тестирования требований к программному средству, методы анализа, проектирования и разработки программного обеспечения.</p> <p>ПК-2.2. Умеет тестировать требования к программному средству, оформлять документацию по тестированию, анализировать требования на соответствие принятым стандартам и методам проектирования, использовать современные CASE-средства.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками проверки осуществимости функционирования и сопровождения программного</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методы анализа и тестирования требований к параллельным алгоритмам</li> <li>методы анализа, проектирования и разработки параллельных программ.</li> </ul> <p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>тестировать требования к параллельным алгоритмам</li> <li>оформлять документацию по тестированию</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками проверки осуществимости функционирования и сопровождения к параллельных программ</li> </ul>	<p>Отчёты по лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к рейтинг-контролю.</p>

	средства, определения возможности введения изменений и дополнений требований к программному средству.	• определения возможности введения изменений и дополнений требований к параллельным алгоритмам.	
--	---	---	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов

##### Тематический план форма обучения – очная, ускоренное обучение

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Основы параллельных вычислений. Многопоточное программирование.	5	1-6	12	–	8	8	28	рейтинг-контроль №1
2	Стандарты и технологии разработки параллельных программ	5	7-12	12	–	20	20	52	рейтинг-контроль №2
3	Проблемные вопросы параллельного программирования	5	13-18	12	–	8	8	28	рейтинг-контроль №3
Всего за 5 семестр:		–	–	36	–	36	-	108	экзамен, 36
Наличие в дисциплине КП/КР		–	–	–	–	–	–	–	–
Итого по дисциплине		–	–	36	–	36	–	108	экзамен, 36

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### Раздел 1. Основы параллельных вычислений. Многопоточное программирование.

- 1) Производительность вычислительных систем. Единицы измерения производительности. Способы оценки.
- 2) Классификация вычислительных систем
- 3) Методы увеличения производительности вычислительных систем. Векторная обработка. Конвейерная обработка. Параллельная обработка.
- 4) Методы разработки параллельных программ. Распараллеливание данных. Распараллеливание команд.
- 5) Характеристики параллельных алгоритмов. Степень параллелизма. Ускорение. Эффективность.
- 6) Закон Амдала
- 7) Многозадачность. Процессы и потоки.
- 8) Реализация многозадачности в операционных системах, алгоритмы планирования.
- 9) Разработка многопоточных программ. POSIX/Windows Threads
- 10) Многопоточность в современных языках программирования. Объектно-ориентированный подход.
- 11) Пулы потоков
- 12) Локальное хранилище потока (Local Thread Storage)

##### Раздел 2. Стандарты и технологии разработки параллельных программ

- 13) Стандарт OpenMP. Назначение, поддержка в компиляторах. Переменные окружения, функции, директивы.
- 14) Разработка параллельных программ на основе OpenMP

15) Введение в высокопроизводительные и распределённые вычисления. Стандарт MPI

16) Разработка параллельных программ на основе MPI. Базовые функции, точечный обмен между процессами

17) Коллективный обмен между процессами.

### **Раздел 3. Проблемные вопросы параллельного программирования**

18) Проблемы взаимодействия задач в параллельных программах. Гонки и тупики.

19) Объекты синхронизации взаимодействующих задач на основе блокировок

20) Алгоритмы неблокирующей синхронизации, атомарные операции

21) Параллельные структуры данных

22) Асинхронное программирование

23) Особенности параллельных программ для графических процессоров (GPU)

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

#### **Лабораторная работа №1 Разработка многопоточных программ.**

Функции WinAPI для создания потоков. Класс `std::thread`. Типовая модель параллельной программы. Ожидание завершения рабочих потоков. Измерение характеристик последовательного и параллельного алгоритма.

#### **Лабораторная работа №2 Технология OpenMP**

Изучение функций и директив OpenMP. Модель выполнения OpenMP-программы. Решение задач линейной алгебры средствами OpenMP.

#### **Лабораторная работа №3 Стандарт MPI**

Библиотечные реализации MPI. Типовая структура MPI-программы. Запуск MPI-программы. Утилита `mpirun/mpirsh`. Применение функции MPI для распределенных вычислений.

#### **Лабораторная работа №4 Синхронизация и балансировка параллельных задач**

Разработка многопоточной программы на платформе .Net. Использование общих данных в нескольких потоках. Динамическое распределение вычислений между потоками. Очереди ожидания потоков.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №1**

- 1) Оценки производительности вычислительных систем (время, IPS, FLOPS).
- 2) Классификация вычислительных систем (по Флинну и по организации оперативной памяти). Особенности каждого класса систем.
- 3) Подходы, используемые для увеличения производительности вычислительных систем.
- 4) Свойства параллельных алгоритмов: степень параллелизма, зернистость, ускорение, эффективность. Закон Амдала и его практический смысл.
- 5) Средняя степень параллелизма алгоритма сдвигания, скалярного умножения векторов, умножения матрицы на вектор. Примеры алгоритмов, обладающих идеальной степенью параллелизма.
- 6) Подходы к распараллеливанию алгоритмов: на основе параллелизма данных и параллелизма задач. Преимущества и недостатки, способы реализации.
- 7) Многозадачность. Формы реализации многозадачности: процессы и потоки, их особенности. Свойства задач.
- 8) Планирование и диспетчеризация. Алгоритмы планирования задач ОС.

- 9) Разработка параллельных программ на основе многопоточности. Стандарт POSIX Threads (pthreads). Пример.
- 10) Многопоточность в современных ЯП (на примере C#): объектно-ориентированный подход, сравнение моделей программирования на основе классов System.Threading.Thread и System.Threading.Task.
- 11) Пулы потоков: назначение, принцип организации. Ограничения при использовании пулов потоков в параллельных программах.
- 12) Локальное хранилище потока. Назначение и пример использования.

#### **Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №2**

- 1) Назначение стандарта OpenMP. Модель выполнения OpenMP-программы.
- 2) Разработка параллельных программ на основе стандарта OpenMP: основные переменные окружения, функции и директивы. Пример.
- 3) Назначение стандарта MPI. Модель выполнения MPI-программы.
- 4) Основные функции MPI, прием/передача данных между отдельными процессами. Блокирующие и неблокирующие операции. Пример.
- 5) Коллективные функции MPI: широковещательная рассылка, разделение и сбор данных, агрегирование данных. Пример.

#### **Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №3**

- 1) Синхронизация задач. Понятие «критической секции» программы. Взаимное исключение задач.
- 2) Гонки при взаимодействии параллельных задач: определение, пример, способы решения.
- 3) Тупиковые ситуации: определение, пример, способы обнаружения и предотвращения.
- 4) Объекты синхронизации: общий принцип работы, типы объектов и их особенности.
- 5) Неблокирующая синхронизация: назначение, преимущества и недостатки, способы реализации.
- 6) Параллельные структуры данных: разновидности, примеры таких структур в языках программирования, преимущества и недостатки.
- 7) Асинхронная модель программирования: назначение, отличие от параллельной модели, варианты реализации в языках программирования.

### **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)**

#### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

- 1) Оценки производительности вычислительных систем (время, IPS, FLOPS).
- 2) Классификация вычислительных систем (по Флинну и по организации оперативной памяти). Особенности каждого класса систем.
- 3) Подходы, используемые для увеличения производительности вычислительных систем.
- 4) Свойства параллельных алгоритмов: степень параллелизма, зернистость, ускорение, эффективность. Закон Амдаля и его практический смысл.
- 5) Средняя степень параллелизма алгоритма сдваивания, скалярного умножения векторов, умножения матрицы на вектор. Примеры алгоритмов, обладающих идеальной степенью параллелизма.
- 6) Подходы к распараллеливанию алгоритмов: на основе параллелизма данных и параллелизма задач. Преимущества и недостатки, способы реализации.
- 7) Многозадачность. Формы реализации многозадачности: процессы и потоки, их особенности. Свойства задач.
- 8) Планирование и диспетчеризация. Алгоритмы планирования задач ОС.
- 9) Разработка параллельных программ на основе многопоточности. Стандарт POSIX Threads (pthreads). Пример.

- 10) Многопоточность в современных ЯП (на примере C#): объектно-ориентированный подход, сравнение моделей программирования на основе классов System.Threading.Thread и System.Threading.Task.
- 11) Пулы потоков: назначение, принцип организации. Ограничения при использовании пулов потоков в параллельных программах.
- 12) Локальное хранилище потока. Назначение и пример использования.
- 13) Назначение стандарта OpenMP. Модель выполнения OpenMP-программы.
- 14) Разработка параллельных программ на основе стандарта OpenMP: основные переменные окружения, функции и директивы. Пример.
- 15) Назначение стандарта MPI. Модель выполнения MPI-программы.
- 16) Основные функции MPI, прием/передача данных между отдельными процессами. Блокирующие и неблокирующие операции. Пример.
- 17) Коллективные функции MPI: широковещательная рассылка, разделение и сбор данных, агрегирование данных. Пример.
- 18) Синхронизация задач. Понятие «критической секции» программы. Взаимное исключение задач.
- 19) Гонки при взаимодействии параллельных задач: определение, пример, способы решения.
- 20) Тупиковые ситуации: определение, пример, способы обнаружения и предотвращения.
- 21) Объекты синхронизации: общий принцип работы, типы объектов и их особенности.
- 22) Неблокирующая синхронизация: назначение, преимущества и недостатки, способы реализации.
- 23) Параллельные структуры данных: разновидности, примеры таких структур в языках программирования, преимущества и недостатки.
- 24) Асинхронная модель программирования: назначение, отличие от параллельной модели, варианты реализации в языках программирования.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) проработку учебного материала по конспектам, учебной и научной литературе;
- 2) подготовку к лабораторным занятиям;
- 3) подготовку по всем видам контрольных мероприятий, в том числе к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

#### Вопросы для самостоятельной работы студентов

- 1) Особенности аппаратной реализации многопроцессорных вычислительных систем и супер-ЭВМ
- 2) Характеристики топологий сети передачи данных. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных.
- 3) Методы логического представления топологии коммуникационной среды. Отображение кольцевой топологии и топологии решетки на гиперкуб.
- 4) Модель параллельных вычислений в виде сети Петри
- 5) Модель параллельных вычислений в виде графа «процесс-ресурс»
- 6) Параллельные алгоритмы сортировки
- 7) Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры
- 8) Параллельные численные алгоритмы решения дифференциальных уравнений в частных производных
- 9) Параллельные численные алгоритмы многомерной многоэкстремальной оптимизации
- 10) Отладка параллельных приложений.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.



## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие / К. Ю. Богачёв. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 343 с. — ISBN 978-5-00101-758-5.	2020	<a href="https://www.iprblookshop.ru/20702.html">https://www.iprblookshop.ru/20702.html</a>
Параллельные вычислительные системы : учебное пособие / Н. Ю. Сиротинина, О. В. Непомнящий, К. В. Коршун, В. С. Васильев. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. - 178 с. - ISBN 978-5-7638-4180-0	2019	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1816521">https://znanium.com/catalog/product/1816521</a>
Антонов, А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : учебное пособие / А. С. Антонов. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 83 с. — ISBN 978-5-4497-0934-9.	2021	<a href="https://www.iprblookshop.ru/102043.html">https://www.iprblookshop.ru/102043.html</a>
Биллиг, В. А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование : учебник / В. А. Биллиг. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 310 с. — ISBN 978-5-4497-0936-3.	2021	<a href="https://www.iprblookshop.ru/102044.html">https://www.iprblookshop.ru/102044.html</a>
Дополнительная литература		
Модели распределенных вычислений [Электронный ресурс] / Топорков В.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.	2011	—
Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы / И. Е. Федотов. — Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2018. — 390 с. — ISBN 978-5-91359-222-4.	2018	<a href="https://www.iprblookshop.ru/90420.html">https://www.iprblookshop.ru/90420.html</a>
Гергель, В. П. Теория и практика параллельных вычислений : учебное пособие / В. П. Гергель. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 500 с. — ISBN 978-5-4497-0389-7.	2020	<a href="https://www.iprblookshop.ru/89478.html">https://www.iprblookshop.ru/89478.html</a>
Туральчук, К. А. Параллельное программирование с помощью языка C# / К. А. Туральчук. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 189 с. — ISBN 978-5-4486-0506-2.	2019	<a href="https://www.iprblookshop.ru/79714.html">https://www.iprblookshop.ru/79714.html</a>

### 6.2. Интернет-ресурсы

1. Лаборатория Параллельных информационных технологий Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ <http://parallel.ru>
2. The OpenMP API specification for parallel programming <https://www.openmp.org/specifications>
3. MPICH: a high performance and widely portable implementation of the Message Passing Interface (MPI) standard. <https://www.mpich.org>
4. Оригиналы стандарта MPI: <http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html>.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические и лабораторные занятия проводятся в аудитории (компьютерном классе) 5116-3 (или аналогичном компьютерном классе в зависимости от сетки расписания).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- 1) MS Visual Studio Community Edition;
- 2) MS HPC Pack SDK (свободно распространяемое ПО)
- 3) MPICH (свободно распространяемое ПО)
- 4) MS Word;

Рабочую программу составил доц. каф. ФиПМ Голубев А.С.

(должность, ФИО, подпись)

Рецензент

Генеральный директор ООО «ФС Сервис» Д.С. Квасов

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол №1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Протокол №1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии

С.М. Аракелян

(ФИО, должность, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой

С.М. Аракелян

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой