

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДЛЯ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/ В<br>СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экз./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|---|-----------|--|
| 8       | 2                      | 72                         | 24           | 24                        | 0                        | 24  | 0         | 3  |
| Итого   | 2                      | 72                         | 24           | 24                        | 0                        | 0   | 24        | 0  |

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина посвящена ознакомлению с технологиями OpenMP и MPI для программирования на многопроцессорных вычислительных системах с общей памятью, базирующихся на традиционных языках программирования и использовании специальных комментариев. Излагаются способы эффективной реализации классических параллельных алгоритмов на видеокарте и оценке времени их работы: решение систем линейных уравнений, умножение матриц, параллельная редукция, частичная (префиксная) сумма, сортировка и фильтрация, объясняется принцип работы видеокарт, их отличие от центрального процессора, а также особенности работы с видеопамятью.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является освоение принципов работы технологий OpenMP и MPI и их использование как готового инструмента для практической работы с использованием методик параллельного программирования.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Изучение дисциплины базируется на следующих прослушанных ранее курсах: математический анализ, теория вероятностей, линейная алгебра и теория функций комплексного переменного. Знания, полученные во время изучения данной дисциплины, необходимы для успешного выполнения научно-исследовательской работы, при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей работы.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|
|--------------------------------|--|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД)  | Объект или область знания   | Код и наименование профессиональной компетенции;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции                    |
|---|---|--|--|
| научно-исследовательский  |   |  |  |
| изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта | модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и | ПК-1 [1] - Способен проводить сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и                 | З-ПК-1[1] - Знать способы сбора, анализа научно-технической информации, отечественного и |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <p>по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий</p>   | <p>разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства</p>   | <p>зарубежного опыта по тематике исследования</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.011</p>  | <p>зарубежного опыта по тематике исследования. ;<br/>У-ПК-1[1] - Уметь синтезировать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования. ;<br/>В-ПК-1[1] - Владеть навыками сбора, синтеза и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.</p>   |
| <p>разработка математических моделей, технологий для решения инженерных, технических и информационных задач</p>   | <p>модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства</p> | <p>ПК-3 [1] - Способен применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 06.001, 40.011</p>                                       | <p>З-ПК-3[1] - Знать численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач. ;<br/>У-ПК-3[1] - Уметь применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач.;<br/>В-ПК-3[1] - Владеть навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений численными методами для физико-технических задач.</p> |
| <p>участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок; создание программ и комплексов программ на базе стандартных пакетов для выполнения расчетов в рамках математических моделей, участие в разработке новых алгоритмов и</p> | <p>модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого</p>              | <p>ПК-6.1 [1] - Способен создавать математические модели сложных инженерно-физических процессов с использованием ресурсов современных высокопроизводительных вычислительных систем и технологий параллельного программирования</p> <p><i>Основание:</i></p> | <p>З-ПК-6.1[1] - Знать математические модели инженерно-физических процессов;<br/>У-ПК-6.1[1] - Уметь использовать ресурсы современных высокопроизводительных вычислительных систем и технологий параллельного программирования;<br/>В-ПК-6.1[1] - Владеть навыками использования ресурсов современных</p>  |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей   | производства  | Профессиональный стандарт: 06.001  | высокопроизводительных вычислительных систем и технологий параллельного программирования  |
| проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в области суперкомпьютерных технологий в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований | модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства | <p>ПК-6.2 [1] - Способен проводить имитационное моделирование физических объектов и процессов с использованием современных программных комплексов</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.008, 40.011</p> | <p>3-ПК-6.2[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, физико-математического и имитационного моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования и использования современных программных комплексов;</p> <p>У-ПК-6.2[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований; формулировать результаты проведенного моделирования, проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты с использованием современных программных комплексов;</p> <p>В-ПК-6.2[1] - Владеть навыками выбора и использования средств имитационного моделирования физических объектов и процессов с использованием современных программных комплексов, методами анализа и синтеза</p> |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <p>сбор и обработка научной и аналитической информации, в том числе вычислительных экспериментов, с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий</p> | <p>модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства</p> | <p>ПК-6.3 [1] - Способен использовать средства и методы графической и числовой обработки данных вычислительного эксперимента, а также давать их физическую интерпретацию</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.011</p> | <p>научной информации<br/>З-ПК-6.3[1] - Знать средства и методы графической и числовой обработки данных вычислительного эксперимент;<br/>У-ПК-6.3[1] - Уметь использовать средства и методы визуализации и числовой обработки данных вычислительного эксперимента, а также давать их физическую интерпретацию;<br/>В-ПК-6.3[1] - Владеть навыками использования средства и методы графической и числовой обработки данных вычислительного эксперимента, а также давать их физическую интерпретацию</p> |
| <p>инновационный</p>   |  |   |  |
| <p>участие в модернизации существующих, разработке и внедрении новых методов освоения производственно-технологических процессов и новой продукции в сфере высоких и наукоемких технологий</p>                                      | <p>объекты техники, технологии и производства</p>  | <p>ПК-5 [1] - Способен управлять программами освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 29.002, 40.011</p>  | <p>З-ПК-5[1] - Знать основные методы и принципы управления программами освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию в сфере своей профессиональной деятельности. ;<br/>У-ПК-5[1] - Уметь находить оптимальные решения при освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию.<br/>;<br/>В-ПК-5[1] - Владеть навыками нахождения оптимальных решений для освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию</p>           |
| <p>конструкторско-технологический</p>  |  |   |  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p>участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей</p>                     | <p>модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства</p> | <p>ПК-7 [1] - Способен к разработке прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 06.001, 29.004</p>  | <p>З-ПК-7[1] - Знать текущее положение современных научных достижений, современные методы и алгоритмы для разработки и адаптации прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований. ;<br/>У-ПК-7[1] - Уметь применять современные методы и алгоритмы для разработки наукоемкого программного обеспечения.;<br/>В-ПК-7[1] - Владеть навыками разработки и адаптации прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований.</p>  |
| <p>производственно-технологический</p>   |  |  |  |
| <p>подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа</p> | <p>модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства</p> | <p>ПК-8 [1] - Способен находить оптимальные решения при создании новой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.008, 40.011</p> | <p>З-ПК-8[1] - Знать основные методы и принципы экспертизы продукции в сфере своей профессиональной деятельности. ;<br/>У-ПК-8[1] - Уметь находить оптимальные решения при создании новой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности.;<br/>В-ПК-8[1] - Владеть навыками нахождения оптимальных решений при создании новой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности</p> |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  |   |  | жизнедеятельности  |
|  | экспертно-аналитический   |  |  |
| участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов | модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства | ПК-10 [1] - Способен к аналитической и количественной оценке процессов в природе, технике и обществе и к выбору на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 26.003, 40.008, 40.011 | З-ПК-10[1] - Знать основные методики, цели и задачи построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе. ;<br>У-ПК-10[1] - Уметь строить аналитические и количественные модели процессов в природе, технике и обществе и выбирать на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера. ;<br>В-ПК-10[1] - Владеть навыками построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе и выбора на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код)  | Воспитательный потенциал дисциплин  |
|-----------------------------|--|---|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее |

|                             |   |  |
|-----------------------------|---|--|
|                             |   | <p>экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p> |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)  | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.   |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам   |



|                                    |   |  |
|------------------------------------|---|--|
|                                    |   | <p>поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p> |
| <p>Профессиональное воспитание</p> | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)</p> | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование</p>   |

|                             |   |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             |   | <p>воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p> |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23) | <p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирование базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>   |

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|---|--------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|       | 8 Семестр                               |        |   |   |                               |                                     |                                 |

|   |               |     |         |  |    |      |   |
|---|---------------|-----|---------|--|----|------|---|
| 1 | Первый раздел | 1-6 | 12/12/0 |  | 25 | Зд-8 | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5,<br>3-ПК-6.1,<br>У-ПК-6.1,<br>В-ПК-6.1,<br>3-ПК-6.2,<br>У-ПК-6.2,<br>В-ПК-6.2,<br>3-ПК-6.3,<br>У-ПК-6.3,<br>В-ПК-6.3,<br>3-ПК-7,<br>У-ПК-7,<br>В-ПК-7,<br>3-ПК-8,<br>У-ПК-8, |
|---|---------------|-----|---------|--|----|------|---|

|   |               |      |         |  |    |       |  |
|---|---------------|------|---------|--|----|-------|--|
|   |               |      |         |  |    |       | В-ПК-8,<br>3-ПК-10,<br>У-ПК-10,<br>В-ПК-10   |
| 2 | Второй раздел | 7-12 | 12/12/0 |  | 25 | 3д-12 | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5,<br>3-ПК-6.1,<br>У-ПК-6.1,<br>В-ПК-6.1,<br>3-ПК-6.2,<br>У-ПК-6.2,<br>В-ПК-6.2,<br>3-ПК-6.3,<br>У-ПК-6.3,<br>В-ПК-6.3, |

|  |   |  |         |  |    |   |  |
|--|---|--|---------|--|----|---|--|
|  |   |  |         |  |    |   | 3-ПК-7,<br>У-ПК-7,<br>В-ПК-7,<br>3-ПК-8,<br>У-ПК-8,<br>В-ПК-8,<br>3-ПК-10,<br>У-ПК-10,<br>В-ПК-10  |
|  | <i>Итого за 8 Семестр</i>                   |  | 24/24/0 |  | 50 |   |  |
|  | <b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b> |  |         |  | 50 | 3 | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5,<br>3-ПК-6.1,<br>У-ПК-6.1,<br>В-ПК-6.1,<br>3-ПК-6.2,<br>У-ПК-6.2, |

|  |  |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  |  |  |  | В-ПК-6.2, 3-ПК-6.3, У-ПК-6.3, В-ПК-6.3, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10 |
|--|--|--|--|--|--|--|---|

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| Зд          | Задание (задача)    |
| З           | Зачет               |

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели     | Темы занятий / Содержание   | Лек., час.             | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|---|------------------------|----------------|------------|
|            | <i>8 Семестр</i>  | 24                     | 24             | 0          |
| <b>1-6</b> | <b>Первый раздел</b>  | 12                     | 12             | 0          |
| 1 - 3      | <b>Введение. Основные понятия</b><br>Виды и классификацию многопроцессорных | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |   | 6                      | 6              | 0          |

|         |  |                        |    |   |
|---------|--|------------------------|----|---|
|         | вычислительных систем, в том числе классификация по Флинну.<br>Закон Амдала, понятие «стена Фокса», причины потери эффективности параллельных программ.<br>Модель параллельных вычислений для систем с распределенной памятью.       | Онлайн                 |    |   |
|         |  | 0                      | 0  | 0 |
| 4 - 6   | <b>Основы работы с библиотекой MPI</b><br>Компиляция и запуск программы MPI с помощью менеджера задач SLURM.<br>Синхронный и асинхронный обмен сообщениями.<br>Коллективные операции.<br>Метод геометрического параллелизма.         | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |  | 6                      | 6  | 0 |
|         |  | Онлайн                 |    |   |
|         |  | 0                      | 0  | 0 |
| 7-12    | <b>Второй раздел</b>   | 12                     | 12 | 0 |
| 7 - 9   | <b>Основы работы с библиотекой OpenMP</b><br>Модель вычислений для систем с общей памятью.<br>Параллельные и последовательные области<br>Низкоуровневое распараллеливание.<br>Распределение работы в циклах for. Параллельные секции | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |  | 6                      | 6  | 0 |
|         |  | Онлайн                 |    |   |
|         |  | 0                      | 0  | 0 |
| 10 - 12 | <b>Синхронизирующие примитивы для систем с общей памятью</b><br>Барьер. Критически секции. Атомарные операции. Метод Reduction.  | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |  | 6                      | 6  | 0 |
|         |  | Онлайн                 |    |   |
|         |  | 0                      | 0  | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование              |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК          | Электронный курс                 |
| ПМ          | Полнотекстовый материал          |
| ПЛ          | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ          | Видео-материалы                  |
| АМ          | Аудио-материалы                  |
| Прз         | Презентации                      |
| Т           | Тесты                            |
| ЭСМ         | Электронные справочные материалы |
| ИС          | Интерактивный сайт               |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе занятий рассматриваются практические задачи, делается акцент на прикладных исследованиях. Студенты получают опыт самостоятельной подготовки законченных программ, улучшают навыки параллельного программирования, учатся систематизировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, а также проводить оптимизацию программного кода для повышения его быстродействия.

При обсуждении тем практических занятий используются интерактивные формы обучения, в частности используются презентации, обсуждаются последние научные работы, передовые технологии параллельного программирования и архитектуры новых видеокарт, рассказывается о работе с научной литературой. Обязательным является самостоятельная работа студентов, выполнение индивидуальных заданий, работа с литературой.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-1        | З-ПК-1              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | У-ПК-1              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | В-ПК-1              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
| ПК-10       | З-ПК-10             | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | У-ПК-10             | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | В-ПК-10             | 3, 3д-8, 3д-12                    |
| ПК-3        | З-ПК-3              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | У-ПК-3              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | В-ПК-3              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
| ПК-5        | З-ПК-5              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | У-ПК-5              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | В-ПК-5              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
| ПК-6.1      | З-ПК-6.1            | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | У-ПК-6.1            | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | В-ПК-6.1            | 3, 3д-8, 3д-12                    |
| ПК-6.2      | З-ПК-6.2            | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | У-ПК-6.2            | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | В-ПК-6.2            | 3, 3д-8, 3д-12                    |
| ПК-6.3      | З-ПК-6.3            | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | У-ПК-6.3            | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | В-ПК-6.3            | 3, 3д-8, 3д-12                    |
| ПК-7        | З-ПК-7              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | У-ПК-7              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | В-ПК-7              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
| ПК-8        | З-ПК-8              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | У-ПК-8              | 3, 3д-8, 3д-12                    |
|             | В-ПК-8              | 3, 3д-8, 3д-12                    |

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины                  |
|--------------|-------------------------------|-------------|--|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно |



|         |                           |   |   |
|---------|---------------------------|---|---|
|         |                           |   | усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.  |
| 85-89   | 4 – «хорошо»              | В | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.   |
| 75-84   |                           | С |   |
| 70-74   |                           | Д |   |
| 65-69   | 3 – «удовлетворительно»   | Е | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.  |
| 60-64   |                           |   |   |
| Ниже 60 | 2 – «неудовлетворительно» | Ф | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Б 72 Высокопроизводительные системы и подсистемы памяти : учеб. пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2018
2. ЭИ М 21 Параллельное программирование на основе технологий openmp, cuda, opencl, mpi : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2021
3. 004 М 60 Последовательные и параллельные алгоритмы. Общий подход : учебное пособие, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2017

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н 50 Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем : , Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014

2. 004 В63 Параллельные вычисления : Учебное пособие для вузов, В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин, Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2002

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

В рамках курса предусмотрены лекции и практические занятия. Часть семинарских занятий отводится на теоретический материал. Используя прослушанный на лекциях материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи. Практика показала, что для наиболее эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины необходимо использовать интерактивные формы проведения занятий с привлечением мультимедийных технологий. В рамках занятий следует проводить активное обсуждение, проводить групповой поиск ответов на вопросы возникающие у студентов при подготовке заданий и во время лекционных занятий. Основной акцент на занятиях должен делаться на понимание излагаемого материала и умение его использовать при выполнении заданий.

На каждом занятии отмечается посещаемость студентов.

При изучении курса студентам рекомендуется внимательно ознакомиться с программой дисциплины, взять в библиотеке рекомендованную литературу.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

На первом занятии необходимо ознакомить студентов с программой дисциплины, а также предложить литературу, которая потребуется для успешного освоения материала.

На каждом занятии следует отмечать посещаемость студентов. Рекомендуется не допускать студентов до сдачи контрольных мероприятий регулярно пропускающих занятия.

Автор(ы):

Долуденко Алексей Николаевич

