

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



Проректор по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 10 » февраля 2015 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Высокопроизводительные распределённые вычислительные системы»

Направление подготовки: 09.04.01 – «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки: Информатика и вычислительная техника

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед., час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз/зачет)
2	4/144	18	36	-	54	Экзамен (36), КР
3	6/216	-	36	36	99	Экзамен (45)
<b>Итого:</b>	<b>10/360</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>153</b>	<b>Экзамен (36), КР, Экзамен (45)</b>

Владимир 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются подробное изучение студентами основных принципов построения высокопроизводительных распределённых вычислительных систем, их архитектуры, математической, алгоритмической, программной, структурной и функциональной организации; а также инструментальных средств подготовки, сопровождения, контроля и анализа решений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Высокопроизводительные РВС» относится к вариативной части ОПОП по направлению 09.04.01 – «Информатика и вычислительная техника» магистратура. Дисциплина логически, содержательно и методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик ОПОП.

Для успешного изучения дисциплины «Высокопроизводительные РВС» студенты должны быть знакомы с дисциплинами «Вычислительные системы», «Методы оптимизации», «Математические методы теории систем», «Сети и телекоммуникации», «Операционные системы».

Дисциплина «Высокопроизводительные РВС» играет важную роль в подготовке студентов к предусмотренным ОПОП учебным и производственным практикам, а также выполнению выпускной квалификационной работы.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате изучения дисциплины «Высокопроизводительные РВС» студенты должны обладать следующими профессиональными компетенциями:

- ☞ самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-7);
- ☞ профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы (в соответствии с целями магистерской программы) (ОК-8);
- ☞ воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, уметь самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе, в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте (ОПК-1);
- ☞ владеть методами и средствами получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях (ОПК-5);
- ☞ знать методы оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности (ПК-3);
- ☞ владеть существующими методами и алгоритмами решения задач распознавания и обработки данных (ПК-4);
- ☞ применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий (ПК-7).

В процессе освоения дисциплины обучающийся формирует и должен демонстрировать следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОК-7	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;	<p>Знать:</p> <p>З – современные методы параллелизма в распределённых вычислительных системах по управлению, по структурной организации, по данным; формальные методы эквивалентного преобразования математических зависимостей; вычислительные методы выполнения операций и решения задач.</p>
		<p>Уметь:</p> <p>У – использовать законы Амдала, Густафсона-Барсиса; строить математические модели, алгоритмы и распределённые структуры на основе дифференциальных уравнений.</p>
		<p>Владеть:</p> <p>В. - реализацией принципов развития ВС в моделях высокопроизводительных распределённых ВС; теоретическими основами расчёта параметров решения задачи и цифровой интегрирующей системы; последовательными, параллельными и комбинированными методами и структурами реализации решения задач.</p>
ОК-8	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы);	<p>Знать:</p> <p>З – современные технологии решения задач на вычислительных кластерах компаний РСК и Т-Платформы.</p>
		<p>Уметь:</p> <p>У – профессионально эксплуатировать мультипроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений; реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры; вычислительные системы с программируемой структурой; высокопроизводительные вычислительные кластеры.</p>
		<p>Владеть:</p> <p>В – способностью к профессиональной эксплуатации средств и технологий организации вычислений на основе векторных сопроцессоров компании Intel и вычислительных кластеров компаний РСК и Т-Платформы.</p>
ОПК-1	способность воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением само-	<p>Знать:</p> <p>З – вычислительные методы и алгоритмы высокопроизводительных РВС решения типовых задач вычислительной математики.</p>
		<p>Уметь:</p> <p>У – применять математические эквивалентные преоб-</p>

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	стоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе, в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;	<p>разования и развивать параллельные алгоритмы решения задач в высокопроизводительных распределённых ВС различного класса.</p> <p>Владеть:</p> <p>В – принципами выбора параллельных математических методов и разработки параллельных алгоритмов в распределённых вычислительных системах.</p>
ОПК-5	владение методами и средствами получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях;	<p>Знать:</p> <p>З - вычислительные методы, алгоритмы, технологии и все этапы их реализации в высокопроизводительных распределённых вычислительных системах.</p> <p>Уметь:</p> <p>У – разрабатывать приложения с использованием технологии NVIDIA CUDA, а также математические библиотеки и языковые надстройки на основе CUDA.</p> <p>Владеть:</p> <p>В – компьютерными технологиями мультипроцессорных систем со структурно-процедурной организацией вычислений; реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур; вычислительных систем с программируемой структурой; высокопроизводительных вычислительных кластеров.</p>
ПК-3	знание методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности;	<p>Знать:</p> <p>З - структуры алгоритмов, исполнителей, методы вычислений, теоретические основы расчёта параметров решения задачи и выбора элементов, узлов и устройств ВС с целью достижения лучших показателей по критериям качества в высоко производительных распределённых ВС.</p> <p>Уметь:</p> <p>У – применять законы Амдала, Густафсона-Барсиса; строить математические модели, алгоритмы и распределённые структуры на основе дифференциальных уравнений.</p> <p>Владеть:</p> <p>В – оптимизацией параллелизма по управлению, по структурной организации, по данным; формальными методами перехода от произвольной математической зависимости к порождающим системам дифференциальных уравнений.</p>
ПК-4	владение существующими методами и алгоритмами решения	<p>Знать:</p> <p>З – вычислительные методы и алгоритмы высокопроизводительных РВС решения типовых задач вычис-</p>

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	задач распознавания и обработки данных;	<p>литературной математики; принципы выбора параллельных методов и разработки параллельных алгоритмов в распределённых системах; математические библиотеки и языковые надстройки на основе CUDA.</p> <p>Уметь:</p> <p>У – использовать параллельные алгоритмы решения задач; применять вычислительные методы и алгоритмы распределенного решения типовых задач вычислительной математики.</p> <p>Владеть:</p> <p>В – существующими методами и алгоритмами математических эквивалентных преобразований при обработке данных; средствами и технологиями организации вычислений на основе векторных сопроцессоров компании Intel.</p>
ПК-7	применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий.	<p>Знать:</p> <p>З – Теорию и практику разработки приложений с использованием технологий NVIDIA CUDA; технологий решения задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительных кластеров компаний РСК и Т-Платформы.</p> <p>Уметь:</p> <p>У – использовать технологии реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур в задачах вычислений и управления.</p> <p>Владеть:</p> <p>В –современными методологиями и технологиями разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности для предприятий различного профиля и всех видов деятельности с применением вычислительных методов и алгоритмов высоко производительного распределённого решения задач вычислительной математики.</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость (объём) дисциплины составляет 10 зачётных единиц, 360 часов.

Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной работы и трудоёмкость (час)					Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах /%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоят-ая. работа	КП / КР		
<b>1</b>	<b>Направления развития высокопроизводительных РВС</b>									
1.1	Основные понятия, соглашения. Анализ направлений развития и структур высокопроизводительных РВС.	2	1-2	2	4	-	6		1,5/25	
1.2	Реализация принципов развития ВС в моделях высокопроизводительных распределённых вычислительных систем. Параллелизм по управлению, по структурной организации, по данным.		3-4	2	4	-	6		1,5/25	
1.3	Временные характеристики работы. Структуры алгоритмов и исполнителей. Метрики параллелизма. Классификации систем. Законы Амдала, Густафсона-Барсиса		5-6	2	4	-	6		1,5/25	1-й рейтинг-контроль.
<b>2</b>	<b>Математические основы параллельных вычислений ВПРВС</b>									
2.1	Математическое моделирование (ММ) в основе ВПРВС. Методы параллельных вычислений. Математические эквивалентные преобразования Принципы выбора параллельных методов и разработки параллельных алгоритмов в распределённых системах.	2	7-8	2	4	-	6		1,5/25	
2.2	Параллельные алгоритмы решения задач. Алгоритмы многоэлементной, многостадийной и совмещённой обработки.		9-10	2	4	-	6		1,5/25	
2.3	Вычислительные методы и алгоритмы высокопроизводительных РВС решения типовых задач вычислительной математики.		11-12	2	4	-	6		1,5/25	2-й рейтинг-контроль.
<b>3</b>	<b>Структурная организация и архитектура высокопроизводительных РВС</b>									
3.1	Мультипроцессорные системы со	2	13-14	2	4	-	6		1,5/25	

	структурно-процедурной организацией вычислений. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры.									
3.2	Вычислительные системы с программируемой структурой.		15-16	2	4	-	6		1,5/25	
3.3	Высокопроизводительные вычислительные кластеры.		17-18	2	4	-	6		1,5/25	3-й рейтинг-контроль.
<b>Всего за 2 семестр:</b>				<b>18</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>54</b>		<b>13,5/25%</b>	<b>Экзамен, 36; КР</b>
<b>4 Технологии решения в однородных высокопроизводительных РВС</b>										
4.1	Методы интегрирования. Формальные методы перехода от произвольной математической зависимости к дифференциальным уравнениям К. Шеннона.	<b>3</b>	1-2	-	4	4	11		2/25	
4.2	Построение математических моделей, алгоритмов и распределённых структур на основе дифференциальных уравнений.		3-4	-	4	4	11		2/25	
4.3	Теоретические основы расчёта параметров решения задачи и цифровой интегрирующей системы. Последовательные, параллельные и комбинированные методы и структуры реализации решения задач.		5-6	-	4	4	11		2/25	1-й рейтинг-контроль.
<b>5 Решение задач в распределённых многопроцессорных ВС</b>										
5.1	Технологии реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур в задачах вычислений и управления.	<b>3</b>	7-8	-	4	6	11		3/30	
5.2	Вычислительные методы и алгоритмы распределённого решения типовых задач вычислительной математики.		9-10	-	4	4	11		2/25	
<b>6 Многоядерные ускорители распределённых ВС</b>										
6.1	Разработка приложений с использованием технологии NVIDIA CUDA. Программная модель CUDA. Математические библиотеки и языковые надстройки на основе CUDA.	<b>3</b>	11-12	-	4	4	11		2/25	2-й рейтинг-контроль.
6.2	Средства и технологии организации вычислений на основе векторных сопроцессоров компании Intel.		13-14	-	4	4	11		2/25	
<b>7 Высокопроизводительные вычислительные кластеры</b>										
7.1	Структурная организация вычислительного кластера. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов, сетевая инфра-	<b>3</b>	15-16	-	4	6	11		3/30	

	структура вычислительной системы, Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных.								
7.2	Вычислительные кластеры компаний РСК и Т-Платформы. Технологии решения задач.	17-18	-	4		11		1/25	3-й рейтинг-контроль.
	<b>Всего за 3 семестр:</b>		-	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>99</b>		<b>19/26%</b>	<b>Экзамен, 36</b>
	<b>Всего по дисциплине:</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>153</b>		<b>32,5/26%</b>	<b>Экзамен, 36; КР; Экзамен (45)</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Рекомендуется применять мультимедийные образовательные технологии при чтении лекций, электронное обучение при организации самостоятельной работы магистрантов, а также же рейтинговую систему комплексной оценки знаний студентов.

Для реализации компетентного подхода предлагается интегрировать в учебный процесс интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), при осуществлении различных видов учебной работы:

- учебную дискуссию;
- разбор конкретных ситуаций;
- электронные средства обучения (слайд - лекции).

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов (аудитория 411-2).

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе ВлГУ (аудитории 412-2).

Предусмотрены встречи с представителями российских ИТ-компаний.

Объем аудиторных занятий, проводимых с использованием интерактивных форм, составляет 26%.

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

По дисциплине предусмотрено три текущих контрольных мероприятия (рейтинг-контроля) и промежуточная аттестация – экзамен в каждом семестре.

Примерный перечень вопросов для текущих контрольных мероприятий:

### Рейтинг-контроль 1 (2 семестр)

1. Что лежит в основе требований высокоскоростной распределённой обработки обработки?
2. Понятия быстродействия и производительности вычислительных систем?
3. Методы и средства достижения быстродействия и производительности вычислительных систем.
4. В чем заключаются основные способы достижения параллелизма?
5. Какая взаимосвязь между алгоритмами и структурами вычислительных систем с многоэлементной, многостадийной и совмещённой обработкой?

6. За счёт чего достигается ускорение выполнения программ в высокопроизводительных распределённых вычислительных системах?
7. Что такое суперлинейное ускорение?
8. Как формируются потоки команд выполнения заданий в вычислительных системах с разными способами достижения параллелизма?
9. От чего зависит уровень параллелизма выполнения задания в вычислительной системе?
10. В чём заключается достижение параллелизма по управлению, по структурной организации, по данным?
11. Как оценивается параллелизм в вычислительных системах?
12. Какие предположения используются для обоснования закона Густасона-Барсиса?
13. Как формулируется закон Амдала? Какой аспект параллельных вычислений позволяет учесть данный закон?
14. В чём отличие и где граница применения законов Амдала и Густавсона-Барсиса?
15. Какой алгоритм является масштабируемым? Приведите примеры алгоритмов с разным уровнем масштабируемости.

### **Рейтинг-контроль 2 (2 семестр)**

1. Что понимается под принципом математического моделирования в высокопроизводительных РВС?
2. Какие вычислительные методы решения прикладных задач для параллельных вычислительных систем считаются эквивалентными?
3. На чём основан выбор параллельных вычислительных методов и параллельных алгоритмов в высокопроизводительных РВС?
4. Какие математические методы необходимы для построения параллельных алгоритмов на основе цифровых интеграторов?
5. Что представляет собой система линейных уравнений? Какие типы систем вам известны? Какие методы могут быть использованы для решения систем разных типов?
6. В чем состоит постановка задачи решения системы линейных уравнений?
7. В чем идея параллельной реализации метода Гаусса?
8. Какие информационные взаимодействия имеются между базовыми подзадачами для параллельного варианта метода Гаусса?
9. Какие показатели эффективности для параллельного варианта метода Гаусса?
10. В чем состоит схема программной реализации параллельного варианта метода Гаусса?
11. Назовите основные способы распределения элементов матрицы между процессорами вычислительной системы.
12. В чем состоит постановка задачи умножения матрицы на вектор?
13. Какова вычислительная сложность последовательного алгоритма умножения матрицы на вектор?
14. Почему при разработке параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор допустимо дублировать вектор-операнд на все процессоры?
15. Представьте общие схемы рассмотренных параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор.
16. Проведите анализ и получите показатели эффективности для одного из рассмотренных алгоритмов.
17. Какой из представленных алгоритмов умножения матрицы на вектор обладает лучшими показателями ускорения и эффективности?
18. Какие информационные взаимодействия выполняются для блочного алгоритма умножения матрицы на вектор?
19. Какая топология коммуникационной сети является целесообразной для каждого из рассмотренных алгоритмов?

20. Дайте общую характеристику программной реализации алгоритма умножения матрицы на вектор при разделении данных по строкам. В чем могут состоять различия в программной реализации других рассмотренных алгоритмов?
21. В чем состоит постановка задачи умножения матриц?
22. Приведите примеры задач, в которых используется операция умножения матриц.
23. Приведите примеры различных последовательных алгоритмов выполнения операции умножения матриц. Отличается ли их вычислительная трудоемкость?
24. Какие способы разделения данных используются при разработке параллельных алгоритмов матричного умножения?
25. Представьте общие схемы рассмотренных параллельных алгоритмов умножения матриц.
26. Проведите анализ и получите показатели эффективности ленточного алгоритма при горизонтальном разбиении перемножаемых матриц.
27. Какие информационные взаимодействия выполняются для алгоритмов при ленточной схеме разделения данных?
28. Какие информационные взаимодействия выполняются для блочных алгоритмов умножения матриц?
29. Какая топология коммуникационной сети является целесообразной для каждого из рассмотренных алгоритмов?
30. Какой из рассмотренных алгоритмов характеризуется наименьшими и наибольшими требованиями к объему необходимой памяти?
31. Какой из рассмотренных алгоритмов обладает наилучшими показателями ускорения и эффективности?
32. Оцените возможность выполнения матричного умножения как последовательности операций умножения матрицы на вектор.
33. В чем состоит постановка задачи сортировки данных?
34. Приведите несколько примеров алгоритмов сортировки? Какова вычислительная сложность приведенных алгоритмов?
35. Какая операция является базовой для задачи сортировки данных?
36. В чем суть параллельного обобщения базовой операции задачи сортировки данных?
37. Что представляет собой алгоритм чет-нечетной перестановки?
38. В чем состоит параллельный вариант алгоритма Шелла? Какие основные отличия этого варианта параллельного алгоритма сортировки от метода чет-нечетной перестановки?
39. Что представляет собой параллельный вариант алгоритма быстрой сортировки?
40. Что зависит от правильного выбора ведущего элемента для параллельного алгоритма быстрой сортировки?
41. Какие способы выбора ведущего элемента могут быть предложены?
42. Для каких топологий могут применяться рассмотренные алгоритмы сортировки?
43. В чем состоит алгоритм сортировки с использованием регулярного набора образцов?
44. Каким образом организация множественной волны вычислений позволяет повысить эффективность волновых вычислений в системах с распределенной памятью?

### **Рейтинг-контроль 3 (2 семестр)**

1. В чем состоит принцип разделения многопроцессорных систем на мультипроцессоры и мультикомпьютеры?
2. Чем достигается повышение производительности в однопроцессорной вычислительной системе?
3. Какие классы систем известны для мультипроцессоров?
4. В чем состоят положительные и отрицательные стороны симметричных мультипроцессоров?
5. Какие классы систем известны для мультикомпьютеров?
6. Какие известны способы построения мультипроцессорных систем?

7. Какие известны способы увеличения числа активных процессоров в мультипроцессорных системах?
8. Развитие архитектуры мультипроцессорных систем со структурно-процедурной организацией вычислений.
9. В чём заключаются принципы организации реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур.
10. Мультимикроконвейерные вычислительные структуры на однородных средах.
11. Структурно-процедурная организация вычислений в мультиконвейерных структурах
12. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры на основе ПЛИС
13. Высокопроизводительные вычислительные кластеры.
14. Проблемная ориентация кластерных систем высокой производительности
15. Структурная организация вычислительного кластера.
16. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов.
17. Какие топологии сетей передачи данных наиболее широко используются при построении многопроцессорных систем?
18. Сетевая инфраструктура вычислительной кластерной системы
19. В чем состоят особенности сетей передачи данных для кластеров?
20. Каковы основные характеристики сетей передачи данных?
21. Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных в кластерных системах.
22. Технологии производства. Какие системные платформы могут быть использованы для построения кластеров?
23. Примеры реализации кластеров компаниями РСК и Т-Платформы.

### **Рейтинг-контроль 1 (3 семестр)**

1. Методы интегрирования. Классификация методов. Обоснование выбора методов интегрирования в высокопроизводительных РВС.
2. Формальные методы перехода от произвольной математической зависимости к дифференциальным уравнениям К. Шеннона.
3. Построение математических моделей, алгоритмов и распределённых структур на основе дифференциальных уравнений.
4. Проведите сравнение алгоритмов моделирования решения задачи в высокопроизводительной РВС и алгоритмов работы высокопроизводительной РВС.
5. В чём заключается расчёта параметров решения задачи, обеспечивающий заданную точность и устойчивость решения.
6. Какие источники погрешности необходимо учитывать в высокопроизводительных РВС?
7. Последовательные, параллельные и комбинированные методы и структуры решения задач в высокопроизводительных РВС?.
8. Влияние погрешности метода решения и округления операндов при получении решений на интервале.
9. Какие математические модели и численные алгоритмы используются для решения типовых задач на основе дифференциальных уравнений в частных производных?
10. Что такое системы счисления остаточных классов, области применения и преимущества СОК-компьютеров?
11. Представление чисел в системах счисления остаточных классов, диапазон и точность представления. Основания (модули) системы счисления. Выполнение арифметических операций.
12. Что лежит в основе алгоритмов перевода чисел в системах счисления остаточных классов?

### **Рейтинг-контроль 2 (3 семестр)**

1. Технологии реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур в задачах вычислений и управления.
2. Проблема производительности многопроцессорных систем.
3. Поточковые задачи и способы их решения.
4. Мультиконвейерная обработки потока данных.
5. Мультимикро- и мультимакроконвейерные вычислительные структуры.
6. Структурно-процедурный способ организации мультиконвейерных вычислений.
7. Принципы функционирования мультимакроконвейерных вычислительных структур.
8. Преобразование информационных графов в структурно-процедурные программы.
9. Преобразование задачи в структурно-процедурную форму.
10. Преобразование функционально-регулярных информационных графов.
11. Вычислительные методы и алгоритмы распределённого решения типовых задач вычислительной математики.
12. Разработка приложений с использованием технологии NVIDIA CUDA. Программная модель CUDA. Математические библиотеки и языковые надстройки на основе CUDA.

### **Рейтинг-контроль 3 (3 семестр)**

1. Высокопроизводительные вычислительные кластеры.
2. Проблемная ориентация кластерных систем высокой производительности
3. Структурная организация вычислительного кластера.
4. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов.
5. Какие топологии сетей передачи данных наиболее широко используются при построении многопроцессорных систем?
6. Сетевая инфраструктура вычислительной кластерной системы
7. В чем состоят особенности сетей передачи данных для кластеров?
8. Каковы основные характеристики сетей передачи данных?
9. Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных в кластерных системах.
10. Технологии производства. Какие системные платформы могут быть использованы для построения кластеров?
11. Примеры реализации кластеров компаниями РСК и Т-Платформы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем, написании эссе по эти темам. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится при текущих контрольных мероприятиях и на промежуточной аттестации по итогам освоения.

### **Примерные задания на СРС (2 семестр)**

(задачи и упражнения)

#### **Принципы построения параллельных вычислительных систем:**

1. Приведите дополнительные примеры параллельных вычислительных систем.
2. Выполните рассмотрение дополнительных способов классификации компьютерных систем.
3. Рассмотрите способы обеспечения когерентности кэшей в системах с общей разделяемой памятью.
4. Подготовьте обзор программных библиотек, обеспечивающих выполнение операций передачи данных для систем с распределенной памятью.
5. Рассмотрите топологию сети передачи данных в виде двоичного дерева.

6. Выделите эффективно реализуемые классы задач для каждого типа топологий сети передачи данных.

#### **Модели вычислений и методы анализа эффективности:**

1. Разработайте модель и выполните оценку показателей ускорения и эффективности параллельных вычислений:
  - ⌚ для задачи скалярного произведения двух векторов,
  - ⌚ для задачи поиска максимального и минимального значений для заданного набора числовых данных,
  - ⌚ для задачи нахождения среднего значения для заданного набора числовых данных.
2. Выполните в соответствии с законом Амдаля оценку максимально достижимого ускорения для задач п. 1.
3. Выполните оценку ускорения масштабирования для задач п.1.
4. Выполните построение функций изоэффективности для задач п. 1.
5. (\*) Разработайте модель и выполните полный анализ эффективности параллельных вычислений (ускорение, эффективность, максимально достижимое ускорение, ускорение масштабирования, функция изоэффективности) для задачи умножения матрицы на вектор.

#### **Анализ коммуникационной трудоёмкости параллельных алгоритмов:**

1. Разработайте алгоритмы выполнения основных операций передачи данных для топологии сети в виде 3-мерной решетки.
2. Разработайте алгоритмы выполнения основных операций передачи данных для топологии сети в виде двоичного дерева.
3. Примените модель В из подраздела 3.4 для оценки временной сложности операций передачи данных. Сравните получаемые показатели.
4. Примените модель С из подраздела 3.4 для оценки временной сложности операций передачи данных. Сравните получаемые показатели.
5. Разработайте алгоритмы логического представления двоичного дерева для различных физических топологий сети.

#### **Примерные задания на СРС (3 семестр)**

(задачи и упражнения)

#### **Технология разработки параллельных программ для многопроцессорных систем с распределённой памятью (стандарт передачи сообщений MPI):**

1. Разработайте программу для нахождения минимального (максимального) значения среди элементов вектора.
2. Разработайте программу для вычисления скалярного произведения двух векторов.
3. Разработайте программу, в которой два процесса многократно обмениваются сообщениями длиной  $n$  байт. Выполните эксперименты и оцените зависимость времени выполнения операции данных от длины сообщения. Сравните с теоретическими оценками, построенными по модели Хокни.
4. Подготовьте варианты ранее разработанных программ с разными режимами выполнения операций передачи данных. Сравните времена выполнения операций передачи данных при разных режимах работы.
5. Подготовьте варианты ранее разработанных программ с использованием неблокирующего способа выполнения операций передачи данных. Оцените необходимое количество вычислительных операций, для того чтобы полностью совместить передачу данных и вычисления. Разработайте программу, в которой бы полностью отсутствовали задержки вычислений из-за ожидания передаваемых данных.

6. Выполните задание 3 с использованием операции одновременного выполнения передачи и приёма данных. Сравните результаты вычислительных экспериментов.
7. Разработайте программу-пример для каждой имеющейся в MPI коллективной операции.
8. Разработайте реализации коллективных операций при помощи парных обменов между процессами. Выполните вычислительные эксперименты и сравните времена выполнения разработанных программ и функций MPI для коллективных операций.
9. Разработайте программу, выполните эксперименты и сравните результаты для разных алгоритмов реализации операции сбора, обработки и рассылки данных всем процессам (функция `MPI_Allreduce`).
10. Разработайте программу-пример для каждого имеющегося в MPI способа конструирования производных типов данных.
11. Разработайте программу-пример с использованием функций упаковки и распаковки данных. Выполните эксперименты и сравните с результатами при использовании производных типов данных.
12. Разработайте производные типы данных для строк, столбцов, диагоналей матриц.
13. Разработайте программу-пример для каждой из рассмотренных функций для управления процессами и коммутаторами.
14. Разработайте программу для представления множества процессов в виде прямоугольной решётки. Создайте коммутаторы для каждой строки и столбца процессов. Выполните коллективную операцию для всех процессов и для одного из созданных коммутаторов. Сравните время выполнения операции.
15. Изучите самостоятельно и разработайте программы-примеры для передачи данных между процессами разных коммутаторов.
16. Разработайте программу-пример для декартовой топологии.
17. Разработайте программу-пример для топологии графа.
18. Разработайте подпрограммы для создания некоторого набора дополнительных виртуальных топологий (звезда, дерево и др.).

**Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (матрично-векторное умножение):**

1. Выполните реализацию параллельного алгоритма, основанного на ленточном разбиении матрицы на вертикальные полосы. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты реальных экспериментов с ранее подготовленными теоретическими оценками.
2. Выполните реализацию параллельного алгоритма, основанного на разбиении матрицы на блоки. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты реальных экспериментов с ранее подготовленными теоретическими оценками.

**Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (матричное умножение):**

1. Выполните реализацию двух ленточных алгоритмов умножения матриц. Сравните времена выполнения этих алгоритмов.
2. Выполните реализацию алгоритма Кэннона. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты реальных экспериментов с ранее полученными теоретическими оценками.

3. Выполните реализацию блочных алгоритмов умножения матриц, которые могли бы быть выполнены для прямоугольных процессорных решёток общего вида.
4. Выполните реализацию матричного умножения с использованием ранее разработанных программ умножения матрицы на вектор.

**Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (решение систем линейных уравнений):**

1. Выполните анализ эффективности параллельных вычислений в отдельности для прямого и обратного этапов метода Гаусса. Оцените, на каком этапе происходит большее снижение показателей.
2. Выполните разработку параллельного варианта метода Гаусса при вертикальном разбиении матрицы по столбцам. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты выполненных экспериментов с ранее полученными теоретическими оценками.
3. Выполните реализацию параллельного метода сопряжённых градиентов. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты выполненных экспериментов с ранее полученными теоретическими оценками.
4. Выполните разработку параллельных вариантов методов Якоби и Зейделя решения систем линейных уравнений (см. например Бахвалова и др. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты выполненных экспериментов с ранее полученными теоретическими оценками.

**Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (сортировка данных):**

1. Выполните реализацию параллельного алгоритма пузырьковой сортировки. Проведите эксперименты. Постройте теоретические оценки показателей эффективности параллельных вычислений. Сравните получаемые теоретические оценки с результатами экспериментов.
2. Выполните реализацию параллельного алгоритма быстрой сортировки по одной из приведённых схем. Определите значения параметров латентности, пропускной способности и времени выполнения базовой операции для используемой вычислительной системы и получите оценки показателей ускорения и эффективности для реализованного метода параллельных вычислений.
3. Разработайте параллельную схему вычислений для широко известного алгоритма сортировки слиянием (подробное описание метода может быть получено, например, в работах Кнута (1981) или Кормена, Лейзерсона и Ривеста (1999)). Выполните реализацию разработанного алгоритма и постройте все необходимые теоретические оценки сложности метода. Сравните получаемые теоретические оценки с результатами экспериментов.

**Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (обработка графов):**

1. Используя приведенный программный код, выполните реализацию параллельного алгоритма Флойда. Проведите вычислительные эксперименты. Постройте теоретические оценки с учётом параметров используемой вычислительной системы. Сравните полученные оценки с экспериментальными данными.

2. Выполните реализацию параллельного алгоритма Прима. Проведите вычислительные эксперименты. Постройте теоретические оценки с учётом параметров используемой вычислительной системы. Сравните полученные оценки с экспериментальными данными.
3. Разработайте программную реализацию алгоритма Кернигана – Лина. Дайте оценку возможности распараллеливания этого алгоритма.

**Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (уравнения в частных производных):**

1. Выполните реализацию первого и второго вариантов параллельного алгоритма Гаусса-Зейделя. Сравните время выполнения разработанных программ.
2. Выполните реализации параллельного алгоритма на основе волновой схемы вычислений и параллельного алгоритма, в котором реализуется блочный подход к методу волновой обработки данных. Сравните время выполнения разработанных программ.
3. Выполните реализацию очереди заданий параллельных вычислений для систем с общей памятью. При реализации необходимо обеспечить возможность обработки близких блоков на одних и тех же процессорах.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы – основная литература [1,2,3] и дополнительная литература [2,3,4], периодические издания, интернет-ресурсы.

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Обучение по дисциплине «Высокопроизводительные распределенные вычислительные системы» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции, лабораторные работы и практические занятия) и самостоятельной работы студентов. Лабораторные работы предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций.

С целью обеспечения успешного обучения студент должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку:

- знакомит с новым учебным материалом;
- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания;
- систематизирует учебный материал;
- ориентирует в учебном процессе.

Подготовка к лекции заключается в следующем:

- внимательно прочитайте материал предыдущей лекции;
- узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора);
- ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;
- запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

Подготовка к лабораторным работам:

- внимательно прочитайте методические указания к лабораторной работе, ознакомьтесь с рекомендуемыми основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами и информационно-справочными системами;
- выпишите основные вопросы;
- ответьте на контрольные вопросы по занятиям, готовьтесь дать развернутый ответ на каждый из вопросов;
- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными и постарайтесь получить на них ответ заранее (до лабораторного занятия) во время текущих консультаций преподавателя;

- готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы.

Подготовка к практическим занятиям:

- внимательно прочитайте методические указания к практическим занятиям, ознакомьтесь с рекомендуемыми основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами и информационно-справочными системами;

- выпишите основные вопросы;

- ответьте на контрольные вопросы по занятиям, готовьтесь дать развернутый ответ на каждый из вопросов;

- попробуйте решить приведенные задания;

- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными и постарайтесь получить на них ответ заранее (до практического занятия) во время текущих консультаций преподавателя;

Подготовка к экзамену. Текущий контроль должны сопровождать рефлексия участия в интерактивных занятиях и ответы на ключевые вопросы по изученному материалу. Итоговый контроль по курсу осуществляется в форме ответа на экзаменационные вопросы. В самом начале учебного курса необходимо познакомиться со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;

- перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;

- тематическими планами занятий;

- контрольными мероприятиями;

- учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;

- перечнем экзаменационных вопросов.

После этого должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи экзамена.

### **Курсовое проектирование (2 семестр)**

Курсовое проектирование призвано закрепить и расширить навыки проектирования параллельных и распределенных программ, либо разработки структурной и функциональной организации высокопроизводительной РВС, ориентированной на решение задач определенного класса. Оба направления взаимосвязаны и подлежат разработке всеми студентами. Отличие заключается в углублении проработки разделов аппаратной либо программной части, определяемых заданием на проектирование. Закрепляются навыки выполнения работ по выбору, разработке и использованию математического, алгоритмического и программного (инструментального и прикладного) обеспечения высокопроизводительной РВС. Тематика курсового проекта подбирается для каждого магистра в соответствии с выбранной им темой научно-исследовательской работы и тематикой выпускной диссертационной работы.

Примерные темы курсовых проектов:

1. Проектирование вычислительного кластера ориентированного на решение задач (системы линейных уравнений, сортировки, умножения/транспонирования матриц, преобразования Фурье, преобразования графов) большой размерности для повышения быстродействия/производительности, надежности, доступности, продуктивности ....

2. Проектирование высокопроизводительной РВС решения задачи на основе порождающих систем дифференциальных уравнений.

3. Проектирование высокопроизводительной РВС решения задачи в системе счисления остаточных классов.

4. Разработка математического и оптимизированного программного обеспечения решения задачи в мэникоьютере с использованием инструментальной среды разработки.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература

1. OpenStack: практическое знакомство с облачной операционной системой [Электронный ресурс] / Маркелов А. - М. : ДМК Пресс, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603284.html>

2. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс] / Богачёв К.Ю. - М. : БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996309399.html>

3. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Богачёв К. Ю. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - (Математика). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329953.html>

б) дополнительная литература

1. Модели параллельного программирования [Электронный ресурс] / Федотов И.Е. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591029.html>

2. Администрирование сервера NGINX [Электронный ресурс] / Айвалиотис Д. - М. : ДМК Пресс, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940741624.html>

3. Параллельные алгоритмы для решения задач защиты информации [Электронный ресурс] / Бабенко Л.К., Ищукова Е.А., Сидоров И.Д. - 2-е изд., стереотип. - М. : Горячая линия - Телеком, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204392.html>

4. Модели распределенных вычислений [Электронный ресурс] / Топорков В.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104950.html>

5. Платформа Windows Azure [Электронный ресурс] / Редкар Теджасви, Гвидичи Тони ; пер. с англ. Слинкина А.А. - М. : ДМК Пресс, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746546.html>

Интернет-ресурсы.

Средства разработки программ и оптимизированные библиотеки компаний Microsoft, Intel,

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

Лекции читаются в аудиториях кафедры ВТ, оборудованных мультимедийным проектором с экраном, с использованием комплекта слайдов (ауд. 411-2).

Лабораторные и практические занятия проводятся в компьютерном классе ВлГУ со специализированным программным обеспечением; операционные системы Windows и Linux, стандартные офисные программы MS Office и Libre Office, средства разработки программ и оптимизированные библиотеки компаний Microsoft, Intel (ауд. 412-2).

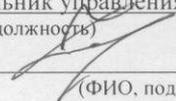
Электронные учебные материалы на учебном сайте кафедры ВТ ВлГУ.

Доступ в Интернет.

ВТ.м-215

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Рабочую программу составил к.т.н. доцент кафедры ВТ  Буланкин В.Б.  
(ФИО, подпись)

Рецензент Администрация г. Владимира. Начальник управления информатизации,  
(представитель работодателя: место работы, должность)  
телекоммуникации и делопроизводства, к.т.н.  Черников С.В.  
(ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Вычислительная техника»  
Протокол № 06 от 10.02.2015 года  
Заведующий кафедрой  Ланцов В.Н.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Протокол № 04 от 10.02.2015 года  
Председатель комиссии  Ланцов В.Н.  
(ФИО, подпись)

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

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В.Н. Ланцов  
подпись инициалы, фамилия

« 10 » \_февраля\_\_\_ 2015\_\_

Основание:  
решение кафедры  
от « 10 » февраля 2015

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
**«Высокопроизводительные распределённые вычислительные системы»**

Направление подготовки: 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Программа подготовки: Информатика и вычислительная техника

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Владимир 2016

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Высокопроизводительные распределённые вычислительные системы» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», программа подготовки «Информатика и вычислительная техника».

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	<p>Основные понятия, соглашения. Анализ направлений развития и структур высокопроизводительных РВС.</p> <p>Реализация принципов развития ВС в моделях высокопроизводительных распределённых вычислительных систем.</p> <p>Параллелизм по управлению, по структурной организации, по данным.</p> <p>Временные характеристики работы. Структуры алгоритмов и исполнителей. Метрики параллелизма. Классификации систем. Законы Амдала, Густафсона-Барсиса.</p>	ОК-7, ПК-3	Вопросы по теме.
2	<p>Математическое моделирование (ММ) в основе ВПРВС. Методы параллельных вычислений. Математические эквивалентные преобразования Принципы выбора параллельных методов и разработки параллельных алгоритмов в распределённых системах.</p> <p>Параллельные алгоритмы решения задач. Алгоритмы многоэлементной, многостадийной и совмещённой обработки.</p> <p>Вычислительные методы и алгоритмы высокопроизводительных РВС решения типовых задач вычислительной математики.</p>	ОПК-1, ПК-4	Вопросы по теме.
3	<p>Мультипроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений. Реконфигурируемые мультиматричные вычислительные структуры.</p> <p>Вычислительные системы с программируемой структурой.</p> <p>Высокопроизводительные вычислительные кластеры.</p>	ОК-8, ОПК-5	Вопросы по теме.
4	<p>Методы интегрирования. Формальные методы перехода от произвольной математической зависимости к дифференциальным уравнениям К. Шеннона.</p> <p>Построение математических моделей, алгоритмов и распределённых структур на основе дифференциальных уравнений.</p> <p>Теоретические основы расчёта параметров решения задачи и цифровой интегрирующей системы. Последовательные, параллельные и комбинированные методы и структуры реализации решения задач.</p>	ОК-7, ПК-3, ПК7	Вопросы по теме.

5	Технологии реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур в задачах вычислений и управления. Вычислительные методы и алгоритмы распределённого решения типовых задач вычислительной математики. Разработка приложений с использованием технологии NVIDIA CUDA. Программная модель CUDA. Математические библиотеки и языковые надстройки на основе CUDA.	ОПК-5, ПК-4, ПК-7	Вопросы по теме.
6	Средства и технологии организации вычислений на основе векторных сопроцессоров компании Intel. Вычислительные кластеры компаний РСК и Т-Платформы. Технологии решения задач.	ОК-8, ПК-4, ПК-7	Вопросы по теме.

Комплект оценочных средств по дисциплине «Высокопроизводительные распределённые вычислительные системы» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Высокопроизводительные распределённые вычислительные системы», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств по дисциплине «Высокопроизводительные распределённые вычислительные системы» включает:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:

- комплект вопросов рейтинг-контроля, позволяющих оценивать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, распознавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

- комплект вопросов для контроля самостоятельной работы обучающихся при выполнении лабораторных работ, практических занятий, тестов, позволяющих оценивать знание фактического материала и умение использовать теоретические знания при решении практических задач.

2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме: контрольные вопросы для проведения экзамена, позволяющие провести процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся.

## 2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень компетенций содержится в разделе 3 Рабочей программы дисциплины «Обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины».

В процессе освоения дисциплины обучающийся формирует и должен демонстрировать следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОК-7	способность самостоятельно приобрести с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;	Знать: З – современные методы параллелизма в распределённых вычислительных системах по управлению, по структурной организации, по данным; формальные методы эквивалентного преобразования математических зависимостей; вычислительные методы выполнения операций и решения задач.
		Уметь: У – использовать законы Амдала, Густафсона-Барсиса; строить математические модели, алгоритмы и распределённые структуры на основе дифференциальных уравнений.
		Владеть: В. - реализацией принципов развития ВС в моделях высокопроизводительных распределённых ВС; теоретическими основами расчёта параметров решения задачи и цифровой интегрирующей системы; последовательными, параллельными и комбинированными методами и структурами реализации решения задач.
ОК-8	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы);	Знать: З – современные технологии решения задач на вычислительных кластерах компаний РСК и Т-Платформы.
		Уметь: У – профессионально эксплуатировать мультипроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений; реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры; вычислительные системы с программируемой структурой; высокопроизводительные вычислительные кластеры.
		Владеть: В – способностью к профессиональной эксплуатации средств и технологий организации вычислений на основе векторных сопроцессоров компании Intel и вычислительных кластеров компаний РСК и Т-Платформы.
ОПК-1	способность воспринимать математические, естественнона-	Знать: З – вычислительные методы и алгоритмы высокопроизводительных РВС решения типовых задач вычис-

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	учные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе, в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;	<p>лительной математики.</p> <p>Уметь:</p> <p>У – применять математические эквивалентные преобразования и развивать параллельные алгоритмы решения задач в высокопроизводительных распределённых ВС различного класса.</p> <p>Владеть:</p> <p>В – принципами выбора параллельных математических методов и разработки параллельных алгоритмов в распределённых вычислительных системах.</p>
ОПК-5	владение методами и средствами получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях;	<p>Знать:</p> <p>З - вычислительные методы, алгоритмы, технологии и все этапы их реализации в высокопроизводительных распределённых вычислительных системах.</p> <p>Уметь:</p> <p>У – разрабатывать приложения с использованием технологии NVIDIA CUDA, а также математические библиотеки и языковые надстройки на основе CUDA.</p> <p>Владеть:</p> <p>В – компьютерными технологиями мультипроцессорных систем со структурно-процедурной организацией вычислений; реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур; вычислительных систем с программируемой структурой; высокопроизводительных вычислительных кластеров.</p>
ПК-3	знание методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности;	<p>Знать:</p> <p>З - структуры алгоритмов, исполнителей, методы вычислений, теоретические основы расчёта параметров решения задачи и выбора элементов, узлов и устройств ВС с целью достижения лучших показателей по критериям качества в высокопроизводительных распределённых ВС.</p> <p>Уметь:</p> <p>У – применять законы Амдала, Густафсона-Барсиса; строить математические модели, алгоритмы и распределённые структуры на основе дифференциальных уравнений.</p> <p>Владеть:</p> <p>В – оптимизацией параллелизма по управлению, по структурной организации, по данным; формальными методами перехода от произвольной математической зависимости к порождающим системам дифференциальных уравнений.</p>

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4	владение существующими методами и алгоритмами решения задач распознавания и обработки данных;	<p>Знать:</p> <p>З – вычислительные методы и алгоритмы высокопроизводительных РВС решения типовых задач вычислительной математики; принципы выбора параллельных методов и разработки параллельных алгоритмов в распределённых системах; математические библиотеки и языковые надстройки на основе CUDA.</p>
		<p>Уметь:</p> <p>У – использовать параллельные алгоритмы решения задач; применять вычислительные методы и алгоритмы распределенного решения типовых задач вычислительной математики.</p>
		<p>Владеть:</p> <p>В – существующими методами и алгоритмами математических эквивалентных преобразований при обработке данных; средствами и технологиями организации вычислений на основе векторных сопроцессоров компании Intel.</p>
ПК-7	применение перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий.	<p>Знать:</p> <p>З – Теорию и практику разработки приложений с использованием технологий NVIDIA CUDA; технологий решения задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительных кластеров компаний РСК и Т-Платформы.</p>
		<p>Уметь:</p> <p>У – использовать технологии реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур в задачах вычислений и управления.</p>
		<p>Владеть:</p> <p>В –современными методологиями и технологиями разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности для предприятий различного профиля и всех видов деятельности с применением вычислительных методов и алгоритмов высоко производительного распределённого решения задач вычислительной математики.</p>

Оценка по дисциплине выставляется с учетом среднего балла освоения компетенций, формируемых дисциплиной, при условии сформированности каждой компетенции не ниже порогового уровня.

Указанные компетенции формируются в ходе этапов:

- Информационного (объяснительного), представленного лекциями с использованием мультимедийных технологий изложения материала и электронных средств обучения, направленного на получение базовых знаний по дисциплине;

- Аналитико-синтетического, или деятельностного, представленного лабораторными работами с обсуждением полученных результатов, самостоятельной работой студентов над учебным материалом, занятий в интерактивной форме и с использованием электронных средств обучения, направленного на формирование основной части знаний, умений и навыков по дисциплине, способности самостоятельного решения профессиональных задач в сфере заявленных компетенций;

- Оценочного, представленного текущим контролем выполнения лабораторных работ, текущей аттестации в форме письменного рейтинг-контроля, а также аттестации по дисциплине (экзамен).

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкалы оценивания текущего контроля знаний и промежуточной аттестации

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний обучающихся в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «Высокопроизводительные распределённые вычислительные системы» предполагает письменный рейтинг-контроль, выполнение и защита лабораторных работ и практических занятий. В случае использования при изучении дисциплины электронных средств обучения, проводится компьютерное тестирование.

#### Общее распределение баллов текущего и промежуточного контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением)

Вид занятий	Рейтинг (2 семестр)			Баллы (макс)	Рейтинг (3 семестр)			Баллы (макс)
	1	2	3		1	2	3	
Посещение занятий	1	1	1	3	1	1	1	3
Лекции	8	8	8	24	-	-	-	-
Лабораторные работы	-	-	-	-	8	8	8	24
Практические занятия	8	8	8	24	8	8	8	24
Выполнение плана СРС	1	2	2	5	1	2	2	5
Дополнительные бонусы			4	4			4	4
Экзамен				40				40
Всего	18	19	23	100	20	20	20	100

#### Критерии оценивания компетенций при аттестации по дисциплине

Оценка в баллах	Оценка по дисциплине	Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.	Высокий
74 - 90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено	Продвинутый

		полностью без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.	
61 - 73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	Пороговый
0 - 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.	Компетенции не сформированы

## Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам их формирования

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Содержание темы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Направления развития высокопроизводительных РВС	Основные понятия, соглашения. Анализ направлений развития и структур высокопроизводительных РВС. Реализация принципов развития ВС в моделях высокопроизводительных распределённых вычислительных систем. Параллелизм по управлению, по структурной организации, по данным. Временные характеристики работы. Структуры алгоритмов и исполнителей. Метрики параллелизма. Классификации систем. Законы Амдала, Густафсона-Барсиса.	ОК-7 (3,У,В), ПК-3 (3,У,В)	Вопросы экзамена (1-6) Вопросы р/к №1 (1-15) Контрольная работа пз. Вопросы по теме эссе
2	Математические основы параллельных вычислений ВПРВС	Математическое моделирование (ММ) в основе ВПРВС. Методы параллельных вычислений. Математические эквивалентные преобразования Принципы выбора параллельных методов и разработки параллельных алгоритмов в распределённых системах. Параллельные алгоритмы решения задач. Алгоритмы многоэлементной, многостадийной и совмещённой обработки. Вычислительные методы и алгоритмы высокопроизводительных РВС решения типовых задач вычислительной математики.	ОПК-1 (3,У,В), ПК-4 (3,У,В)	Вопросы экзамена (7-10) Вопросы р/к №2 (1-44) Контрольная работа пз. Вопросы по теме эссе
3	Структурная организация и архитектура высокопроизводительных РВС	Мультипроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры. Вычислительные системы с программируемой структурой. Высокопроизводительные вычислительные кластеры.	ОК-8, (3,У,В) ОПК-5 (3,У,В)	Вопросы экзамена (11-22) Вопросы р/к №3 (1-23) Контрольная работа пз. Вопросы по теме эссе
4	Технологии решения в однородных высокопроизводительных РВС	Методы интегрирования. Формальные методы перехода от произвольной математической зависимости к дифференциальным уравнениям К. Шеннона. Построение математических моделей, алгоритмов и распределённых структур на основе дифференциальных уравнений. Теоретические основы расчёта параметров решения задачи и цифровой интегрирующей системы. Последовательные, параллельные и комбинированные методы и структуры реализации решения задач.	ОК-7 (3,У,В), ПК-3 (3,У,В), ПК7 (3,У,В)	Вопросы экзамена (1-4). Контрольная работа пз. Вопросы л/р Вопросы по теме эссе
5	Решение задач в распределённых многопроцессорных и многоядерных ВС	Технологии реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур в задачах вычислений и управления. Вычислительные методы и алгоритмы распределённого решения типовых задач вычислительной математики. Разработка приложений с использованием технологии NVIDIA CUDA. Программная модель CUDA. Математические библиотеки и языковые надстройки на основе CUDA.	ОПК-5 (3,У,В), ПК-4 (3,У,В), ПК-7 (3,У,В)	Вопросы экзамена(5-12) Контрольная работа пз. Вопросы л/р Вопросы по теме эссе
6	Высокопроизводительные вычислительные кластеры	Средства и технологии организации вычислений на основе векторных сопроцессоров компании Intel. Вычислительные кластеры компаний РСК и Т-Платформы. Технологии решения задач.	ОК-8, ПК-4, ПК-7	Вопросы экзамена (12-17) Контрольная работа пз. Вопросы л/р Вопросы по теме эссе

### Критерии оценки студентов на тестовые вопросы рейтинг-контроля

Оценка выполнения тестов	Критерий оценки
--------------------------	-----------------

Оценка выполнения тестов	Критерий оценки
2 балла за правильный ответ на 1 вопрос	Правильно вписанный развернутый ответ на вопрос

#### Регламент проведения мероприятия и оценивания

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Число вопросов в тесте	4
2.	Предел длительности ответов на тестовые вопросы	35-40 мин.
3	Внесение исправлений	до 5 мин.
4	Итого	до 45 мин.

#### Критерии оценки письменного рейтинг-контроля

Результаты каждого письменного рейтинга оцениваются в баллах. Максимальная сумма, набираемая студентом на каждом письменном рейтинге, составляет 8 баллов.

Критерии оценки для письменного рейтинга:

- 7-8 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: полное раскрытие темы, вопроса, указание точных названий и определений, правильная формулировка понятий и категорий, приведение формул и (в необходимых случаях) их вывода, приведение статистики, самостоятельность ответа, использование дополнительной литературы;

- 5-6 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: недостаточно полное раскрытие темы, несущественные ошибки в определении понятий и категорий, формулах, выводе формул, статистических данных, кардинально не меняющих суть изложения, наличие грамматических и стилистических ошибок, использование устаревшей учебной литературы;

- 3-4 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: отражение лишь общего направления изложения лекционного материала и материала современных учебников, наличие достаточно количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, их выводе, статистических данных, наличие грамматических и стилистических ошибок, использование устаревшей учебной литературы, неспособность осветить проблематику дисциплины;

- 1-2 выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: нераскрытые темы; большое количество существенных ошибок, наличие грамматических и стилистических ошибок, отсутствие необходимых умений и навыков.

#### Регламент проведения мероприятия и оценивания решения задач на практических занятиях

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Высокопроизводительные распределённые вычислительные системы» в учебном плане предусмотрены практические задания, что позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины. Экспресс контрольные проводятся по материалам практических занятий на каждой нечетной неделе занятий каждого семестра в цикле по 3 контрольных работы в каждом рейтинге. Каждая третья контрольная работа имеет половинную сложность и оценивается максимально 2 баллами.

#### Регламент проведения мероприятия

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности решения задачи	7-10 мин.
2.	Внесение исправлений в представленное решение	до 3 мин.
3.	Комментарии преподавателя	до 2 мин.
	Итого (в расчете на одну задачу)	до 15 мин.

Критерии оценки решения контрольной работы (1 задача)

Оценка	Критерии оценивания
<b>4 балла</b>	задача решена полностью, в представленном решении обоснованно получен правильный ответ.
<b>3 балла</b>	задача решена полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена вычислительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений, и, возможно, приведшая к неверному ответу.
<b>1 балл</b>	задача решены частично.
<b>0 баллов</b>	решение неверно или отсутствует.

### Регламент проведения лабораторных работ

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Высокопроизводительные распределённые вычислительные системы» предполагается выполнение лабораторных работ, что позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

Лабораторные работы выполняются на компьютерах. При выполнении лабораторной работы студенты осваивают навыки работы с технологиями и инструментальными средствами эквивалентного преобразования решаемых задач, разработки параллельных алгоритмов, оценки их вычислительной сложности, параллельного программирования на высокопроизводительных распределённых ВС с различной структурной организацией и архитектурой.

Для выполнения каждой лабораторной работы студенты должны изучить методологию моделирования, стандарты, и методы, применяемые в лабораторной работе.

На лабораторных работах студенты выполняют задания параллельного решения задач в соответствии со своим вариантом или темой магистерской работы.

### Критерии оценки выполнения лабораторных работ

Результаты выполнения каждой лабораторной работы оцениваются в баллах. Максимальная сумма, набираемая студентом за выполнение каждой лабораторной работы (4 час.), составляет 3 балла.

Критерии оценки для выполнения лабораторной работы:

- 2,5-3 балла выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: представлен полный письменный отчет по лабораторной работе, содержащий описание всех этапов ее выполнения и надлежащим образом оформленный (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя), полностью выполнено задание на лабораторную работу, обучающийся верно и полно ответил на все контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы, лабораторная работа выполнена самостоятельно и в определенный преподавателем срок;

- 1,9-2,4 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: представлен недостаточно полный письменный отчет по лабораторной работе, содержащий описание всех этапов ее выполнения, имеющий, возможно, погрешности в оформлении (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя), полностью выполнено задание на лабораторную работу, обучающийся преимущественно верно и полно ответил на

контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы, лабораторная работа выполнена самостоятельно, возможно, с нарушением определенного преподавателем срока предоставления отчета, отчет содержит грамматические и стилистические ошибки;

- 1,3-1,8 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: представлен недостаточно полный письменный отчет по лабораторной работе, содержащий описание не всех этапов ее выполнения, имеющий, возможно, погрешности в оформлении (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя), в основном выполнено задание на лабораторную работу, обучающийся ответил на контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы с отражением лишь общего направления изложения материала, с наличием достаточно количества несущественных или одной-двух существенных ошибок, лабораторная работа выполнена самостоятельно, с нарушением определенного преподавателем срока предоставления отчета, отчет содержит грамматические и стилистические ошибки, при его составлении использована устаревшая учебная литература;

- 0,7-1,2 выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: письменный отчет по лабораторной работе (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя) не представлен или представлен неполный, отчет содержит описание не всех этапов выполнения работы, имеет погрешности в оформлении, задание на лабораторную работу выполнено не полностью, обучающийся ответил на контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы с большим количеством существенных ошибок, продемонстрировал неспособность осветить проблематику лабораторной работы, лабораторная работа выполнена несамостоятельно, с существенным нарушением определенного преподавателем срока предоставления отчета, отчет содержит грамматические и стилистические ошибки, при его составлении использована устаревшая учебная литература, обучающийся при выполнении работы продемонстрировал отсутствие необходимых умений и практических навыков.

При оценке за лабораторную работу менее 0,7 балла, данная работа считается невыполненной и не зачитывается.

### **Регламент написания эссе**

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем и написании эссе по одной из тем.

Эссе – это краткая научная работа, в которой магистрант должен раскрыть одну актуальную тему или вопрос. Отличие эссе от других научных работ – в его краткости, лаконичности изложения материала на предложенную тему.

Эссе выражает индивидуальные выводы автора по конкретному вопросу или теме и не претендует на исчерпывающую или определяющую трактовку темы.

В эссе магистрант выражает собственное мнение в виде обоснованного вывода, подтверждая его ссылками на нормативный материал, учебную и научную литературу. Наличие обоснованного авторского вывода по исследуемому вопросу в эссе обязательно. В эссе не требуется глубоко исследовать научную базу вопроса, сравнивать научные концепции и взгляды. Желательно использовать сравнительный и другие научные методы, в соответствии с выбранной темой эссе.

Цели подготовки эссе:

- привить магистрант навыки поиска различных источников информации по заданной теме и работы с ними;

- научить магистрант анализировать полученную информацию и делать обоснованные выводы;

- привить навыки сжатого представления информации в письменном виде и в виде презентации;

- развить навыки устного изложения результатов исследования.

Эссе начинается с титульного листа, считающегося первой страницей. План в эссе не обязателен, так как структура плана предполагает введение и заключение, а также деление основного вопроса на под-вопросы, что в эссе сделать, как правило, затруднительно. Объем эссе не позволяет писать подробные введение и заключение на нескольких страницах. В начале эссе можно ограничиться одной или несколькими фразами, вводящим читающего в курс рассматриваемого вопроса. Вместо заключения достаточно сформулировать вывод, к которому пришел автор в результате рассуждений. В эссе обязательно должен быть представлен список использованных источников и литературы.

Структура:

- Ⓟ титульный лист;
- Ⓟ краткая аннотация;
- Ⓟ основная часть;
- Ⓟ выводы;
- Ⓟ список использованных источников.

Краткая аннотация эссе (5-6 предложений). Аннотация должна отвечать на вопросы: чему посвящена данная работа? что именно рассматривается в данной работе?

Основная часть содержит информацию раскрывающую тему эссе. Основные сведения могут излагаться в свободной форме от автора или цитироваться из определенных источников. В любом случае в тексте должны быть ссылки на источники информации. В основной части могут присутствовать таблицы, схемы, графики, рисунки.

Выводы формулируются автором эссе и должны отражать его точку зрения. Выводы могут носить не утвердительный, а прогнозный характер. Выводы могут быть представлены в виде одного или нескольких предложений. Или в виде перечислений основных положений, сформулированных автором.

В качестве источников рекомендуется использовать информационные ресурсы кафедры, университета, ресурсы Internet, научно-техническую литературу и периодику, выпущенную за последние 5 лет.

По результатам подготовки эссе представляется отчет в электронном виде. По материалам эссе так же должна быть подготовлена презентация (для сопровождения 3-5 минутного доклада).

### **Критерии оценивания эссе**

5 баллов – эссе соответствует всем предъявляемым требованиям. Тема эссе раскрыта полностью, четко выражена авторская позиция, имеются логичные и обоснованные выводы. Эссе написано с использованием большого количества рекомендованной основной и дополнительной литературы, а также иных источников информации, в том числе иностранных. На высоком уровне выполнено оформление работы.

4 балла – те же требования, что и для оценки «5 баллов», но студентами не использована литература, помимо той, которая предложена в программе учебной дисциплины.

3 балла – те же критерии, что и для оценки «4 баллов», но не очень четко выражена авторская позиция.

2 балла – в целом тема эссе раскрыта; выводы сформулированы, но недостаточно обоснованы; имеется анализ необходимых источников; использована только основная рекомендованная литература; недостаточно четко проявляется авторская позиция. Есть замечания по оформлению.

1 балл – тема раскрывается на основе использования нескольких основных и дополнительных источников; слабо отражена собственная позиция, выводы имеются, но они не обоснованы; материал изложен непоследовательно, без соответствующей аргументации и анализа. Имеются недостатки по оформлению.

В случае если преподаватель считает эссе совершенно не соответствующим, предъявленным требованиям, то возможно выставление более низких оценок.

При оценке менее 1 балла, данная работа (эссе) считается невыполненной и не зачитывается.

### **Регламент проведения промежуточного контроля (экзамен)**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится по билетам, содержащим два вопроса. Обучающийся пишет ответы на вопросы экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя отчество обучающегося; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы должны быть подписаны и обучающимся и экзаменатором после получения обучающимся экзаменационного билета. Экзаменационные билеты должны быть оформлены в соответствии с утвержденным регламентом.

После подготовки обучающийся устно отвечает на вопросы билета и уточняющие вопросы экзаменатора. Экзаменатор вправе задать обучающемуся дополнительные вопросы и задания по материалам дисциплины для выявления степени усвоения компетенций.

Экзамен проставляется студенту после выполнения студентом семестрового плана самостоятельной работы.

### **Критерии оценивания компетенций при проставлении экзамена**

Критерии оценки для промежуточного контроля (экзамен):

- оценка «отлично» (соответствует 91-100 баллов по шкале рейтинга) выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: теоретическое содержание оцениваемой части дисциплины освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены в установленные сроки, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;
- оценка «хорошо» (соответствует 74-90 баллов по шкале рейтинга) выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: теоретическое содержание курса освоено полностью, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками или с нарушением установленных сроков;
- оценка «удовлетворительно» (соответствует 61-73 баллов по шкале рейтинга) выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки;
- оценка «неудовлетворительно» (соответствует менее 60 баллов по шкале рейтинга) выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

### **4. Типовые контрольные задания (материалы), необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Контрольные задания в рамках изучения дисциплины используются при письменном рейтинг-контроле, защите лабораторных работ, промежуточной аттестации - экзамене

### **Перечень вопросов для текущего контроля знаний (письменный рейтинг-контроль)**

*Перечень вопросов для текущего контроля (письменный рейтинг):*

### **Рейтинг-контроль 1 (2 семестр)**

16. Что лежит в основе требований высокоскоростной распределённой обработки обработки?
17. Понятия быстродействия и производительности вычислительных систем?
18. Методы и средства достижения быстродействия и производительности вычислительных систем.
19. В чем заключаются основные способы достижения параллелизма?
20. Какая взаимосвязь между алгоритмами и структурами вычислительных систем с многоэлементной, многостадийной и совмещённой обработкой?
21. За счёт чего достигается ускорение выполнения программ в высокопроизводительных распределённых вычислительных системах?
22. Что такое суперлинейное ускорение?
23. Как формируются потоки команд выполнения заданий в вычислительных системах с разными способами достижения параллелизма?
24. От чего зависит уровень параллелизма выполнения задания в вычислительной системе?
25. В чём заключается достижение параллелизма по управлению, по структурной организации, по данным?
26. Как оценивается параллелизм в вычислительных системах?
27. Какие предположения используются для обоснования закона Густасона-Барсиса?
28. Как формулируется закон Амдала? Какой аспект параллельных вычислений позволяет учесть данный закон?
29. В чём отличие и где граница применения законов Амдала и Густавсона-Барсиса?
30. Какой алгоритм является масштабируемым? Приведите примеры алгоритмов с разным уровнем масштабируемости.

### **Рейтинг-контроль 2 (2 семестр)**

45. Что понимается под принципом математического моделирования в высокопроизводительных РВС?
46. Какие вычислительные методы решения прикладных задач для параллельных вычислительных систем считаются эквивалентными?
47. На чём основан выбор параллельных вычислительных методов и параллельных алгоритмов в высокопроизводительных РВС?
48. Какие математические методы необходимы для построения параллельных алгоритмов на основе цифровых интеграторов?
49. Что представляет собой система линейных уравнений? Какие типы систем вам известны? Какие методы могут быть использованы для решения систем разных типов?
50. В чем состоит постановка задачи решения системы линейных уравнений?
51. В чем идея параллельной реализации метода Гаусса?
52. Какие информационные взаимодействия имеются между базовыми подзадачами для параллельного варианта метода Гаусса?
53. Какие показатели эффективности для параллельного варианта метода Гаусса?
54. В чем состоит схема программной реализации параллельного варианта метода Гаусса?
55. Назовите основные способы распределения элементов матрицы между процессорами вычислительной системы.
56. В чем состоит постановка задачи умножения матрицы на вектор?
57. Какова вычислительная сложность последовательного алгоритма умножения матрицы на вектор?
58. Почему при разработке параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор допустимо дублировать вектор-операнд на все процессоры?
59. Представьте общие схемы рассмотренных параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор.

60. Проведите анализ и получите показатели эффективности для одного из рассмотренных алгоритмов.
61. Какой из представленных алгоритмов умножения матрицы на вектор обладает лучшими показателями ускорения и эффективности?
62. Какие информационные взаимодействия выполняются для блочного алгоритма умножения матрицы на вектор?
63. Какая топология коммуникационной сети является целесообразной для каждого из рассмотренных алгоритмов?
64. Дайте общую характеристику программной реализации алгоритма умножения матрицы на вектор при разделении данных по строкам. В чем могут состоять различия в программной реализации других рассмотренных алгоритмов?
65. В чем состоит постановка задачи умножения матриц?
66. Приведите примеры задач, в которых используется операция умножения матриц.
67. Приведите примеры различных последовательных алгоритмов выполнения операции умножения матриц. Отличается ли их вычислительная трудоемкость?
68. Какие способы разделения данных используются при разработке параллельных алгоритмов матричного умножения?
69. Представьте общие схемы рассмотренных параллельных алгоритмов умножения матриц.
70. Проведите анализ и получите показатели эффективности ленточного алгоритма при горизонтальном разбиении перемножаемых матриц.
71. Какие информационные взаимодействия выполняются для алгоритмов при ленточной схеме разделения данных?
72. Какие информационные взаимодействия выполняются для блочных алгоритмов умножения матриц?
73. Какая топология коммуникационной сети является целесообразной для каждого из рассмотренных алгоритмов?
74. Какой из рассмотренных алгоритмов характеризуется наименьшими и наибольшими требованиями к объему необходимой памяти?
75. Какой из рассмотренных алгоритмов обладает наилучшими показателями ускорения и эффективности?
76. Оцените возможность выполнения матричного умножения как последовательности операций умножения матрицы на вектор.
77. В чем состоит постановка задачи сортировки данных?
78. Приведите несколько примеров алгоритмов сортировки? Какова вычислительная сложность приведенных алгоритмов?
79. Какая операция является базовой для задачи сортировки данных?
80. В чем суть параллельного обобщения базовой операции задачи сортировки данных?
81. Что представляет собой алгоритм чет-нечетной перестановки?
82. В чем состоит параллельный вариант алгоритма Шелла? Какие основные отличия этого варианта параллельного алгоритма сортировки от метода чет-нечетной перестановки?
83. Что представляет собой параллельный вариант алгоритма быстрой сортировки?
84. Что зависит от правильного выбора ведущего элемента для параллельного алгоритма быстрой сортировки?
85. Какие способы выбора ведущего элемента могут быть предложены?
86. Для каких топологий могут применяться рассмотренные алгоритмы сортировки?
87. В чем состоит алгоритм сортировки с использованием регулярного набора образцов?
88. Каким образом организация множественной волны вычислений позволяет повысить эффективность волновых вычислений в системах с распределенной памятью?

### **Рейтинг-контроль 3 (2 семестр)**

24. В чем состоит принцип разделения многопроцессорных систем на мультипроцессоры и мультикомпьютеры?
25. Чем достигается повышение производительности в однопроцессорной вычислительной системе?
26. Какие классы систем известны для мультипроцессоров?
27. В чем состоят положительные и отрицательные стороны симметричных мультипроцессоров?
28. Какие классы систем известны для мультикомпьютеров?
29. Какие известны способы построения мультипроцессорных систем?
30. Какие известны способы увеличения числа активных процессоров в мультипроцессорных системах?
31. Развитие архитектуры мультипроцессорных систем со структурно-процедурной организацией вычислений.
32. В чём заключаются принципы организации реконфигурируемых мультимикронвейерных вычислительных структур.
33. Мультимикронвейерные вычислительные структуры на однородных средах.
34. Структурно-процедурная организация вычислений в мультимикронвейерных структурах
35. Реконфигурируемые мультимикронвейерные вычислительные структуры на основе ПЛИС
36. Высокопроизводительные вычислительные кластеры.
37. Проблемная ориентация кластерных систем высокой производительности
38. Структурная организация вычислительного кластера.
39. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов.
40. Какие топологии сетей передачи данных наиболее широко используются при построении многопроцессорных систем?
41. Сетевая инфраструктура вычислительной кластерной системы
42. В чем состоят особенности сетей передачи данных для кластеров?
43. Каковы основные характеристики сетей передачи данных?
44. Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных в кластерных системах.
45. Технологии производства. Какие системные платформы могут быть использованы для построения кластеров?
46. Примеры реализации кластеров компаниями РСК и Т-Платформы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем, написании эссе по эти темам. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится при текущих контрольных мероприятиях и на промежуточной аттестации по итогам освоения.

### **Примерные задания на СРС (2 семестр)**

(задачи и упражнения)

#### **Принципы построения параллельных вычислительных систем:**

7. Приведите дополнительные примеры параллельных вычислительных систем.
8. Выполните рассмотрение дополнительных способов классификации компьютерных систем.
9. Рассмотрите способы обеспечения когерентности кэшей в системах с общей разделяемой памятью.
10. Подготовьте обзор программных библиотек, обеспечивающих выполнение операций передачи данных для систем с распределенной памятью.
11. Рассмотрите топологию сети передачи данных в виде двоичного дерева.

12. Выделите эффективно реализуемые классы задач для каждого типа топологий сети передачи данных.

#### **Модели вычислений и методы анализа эффективности:**

6. Разработайте модель и выполните оценку показателей ускорения и эффективности параллельных вычислений:
  - для задачи скалярного произведения двух векторов,
  - для задачи поиска максимального и минимального значений для заданного набора числовых данных,
  - для задачи нахождения среднего значения для заданного набора числовых данных.
7. Выполните в соответствии с законом Амдаля оценку максимально достижимого ускорения для задач п. 1.
8. Выполните оценку ускорения масштабирования для задач п.1.
9. Выполните построение функций изоэффективности для задач п. 1.
10. (\*) Разработайте модель и выполните полный анализ эффективности параллельных вычислений (ускорение, эффективность, максимально достижимое ускорение, ускорение масштабирования, функция изоэффективности) для задачи умножения матрицы на вектор.

#### **Анализ коммуникационной трудоёмкости параллельных алгоритмов:**

6. Разработайте алгоритмы выполнения основных операций передачи данных для топологии сети в виде 3-мерной решетки.
7. Разработайте алгоритмы выполнения основных операций передачи данных для топологии сети в виде двоичного дерева.
8. Примените модель В из подраздела 3.4 для оценки временной сложности операций передачи данных. Сравните получаемые показатели.
9. Примените модель С из подраздела 3.4 для оценки временной сложности операций передачи данных. Сравните получаемые показатели.
10. Разработайте алгоритмы логического представления двоичного дерева для различных физических топологий сети.

#### **Примерные задания на СРС (3 семестр)** (задачи и упражнения)

#### **Технология разработки параллельных программ для многопроцессорных систем с распределённой памятью (стандарт передачи сообщений MPI):**

19. Разработайте программу для нахождения минимального (максимального) значения среди элементов вектора.
20. Разработайте программу для вычисления скалярного произведения двух векторов.
21. Разработайте программу, в которой два процесса многократно обмениваются сообщениями длиной  $n$  байт. Выполните эксперименты и оцените зависимость времени выполнения операции данных от длины сообщения. Сравните с теоретическими оценками, построенными по модели Хокни.
22. Подготовьте варианты ранее разработанных программ с разными режимами выполнения операций передачи данных. Сравните времена выполнения операций передачи данных при разных режимах работы.
23. Подготовьте варианты ранее разработанных программ с использованием неблокирующего способа выполнения операций передачи данных. Оцените необходимое количество вычислительных операций, для того чтобы полностью совместить передачу данных

- и вычисления. Разработайте программу, в которой бы полностью отсутствовали задержки вычислений из-за ожидания передаваемых данных.
24. Выполните задание 3 с использованием операции одновременного выполнения передачи и приёма данных. Сравните результаты вычислительных экспериментов.
  25. Разработайте программу-пример для каждой имеющейся в MPI коллективной операции.
  26. Разработайте реализации коллективных операций при помощи парных обменов между процессами. Выполните вычислительные эксперименты и сравните времена выполнения разработанных программ и функций MPI для коллективных операций.
  27. Разработайте программу, выполните эксперименты и сравните результаты для разных алгоритмов реализации операции сбора, обработки и рассылки данных всех процессам (функция MPI\_Allreduce).
  28. Разработайте программу-пример для каждого имеющегося в MPI способа конструирования производных типов данных.
  29. Разработайте программу-пример с использованием функций упаковки и распаковки данных. Выполните эксперименты и сравните с результатами при использовании производных типов данных.
  30. Разработайте производные типы данных для строк, столбцов, диагоналей матриц.
  31. Разработайте программу-пример для каждой из рассмотренных функций для управления процессами и коммуникаторами.
  32. Разработайте программу для представления множества процессов в виде прямоугольной решётки. Создайте коммуникаторы для каждой строки и столбца процессов. Выполните коллективную операцию для всех процессов и для одного из созданных коммуникаторов. Сравните время выполнения операции.
  33. Изучите самостоятельно и разработайте программы-примеры для передачи данных между процессами разных коммуникаторов.
  34. Разработайте программу-пример для декартовой топологии.
  35. Разработайте программу-пример для топологии графа.
  36. Разработайте подпрограммы для создания некоторого набора дополнительных виртуальных топологий (звезда, дерево и др.).

**Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (матрично-векторное умножение):**

3. Выполните реализацию параллельного алгоритма, основанного на ленточном разбиении матрицы на вертикальные полосы. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты реальных экспериментов с ранее подготовленными теоретическими оценками.
4. Выполните реализацию параллельного алгоритма, основанного на разбиении матрицы на блоки. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учетом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты реальных экспериментов с ранее подготовленными теоретическими оценками.

**Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (матричное умножение):**

5. Выполните реализацию двух ленточных алгоритмов умножения матриц. Сравните времена выполнения этих алгоритмов.
6. Выполните реализацию алгоритма Кэннона. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы.

Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты реальных экспериментов с ранее полученными теоретическими оценками.

7. Выполните реализацию блочных алгоритмов умножения матриц, которые могли бы быть выполнены для прямоугольных процессорных решёток общего вида.
8. Выполните реализацию матричного умножения с использованием ранее разработанных программ умножения матрицы на вектор.

#### **Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (решение систем линейных уравнений):**

5. Выполните анализ эффективности параллельных вычислений в отдельности для прямого и обратного этапов метода Гаусса. Оцените, на каком этапе происходит большее снижение показателей.
6. Выполните разработку параллельного варианта метода Гаусса при вертикальном разбиении матрицы по столбцам. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты выполненных экспериментов с ранее полученными теоретическими оценками.
7. Выполните реализацию параллельного метода сопряжённых градиентов. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты выполненных экспериментов с ранее полученными теоретическими оценками.
8. Выполните разработку параллельных вариантов методов Якоби и Зейделя решения систем линейных уравнений (см. например Бахвалова и др. Постройте теоретические оценки времени работы этого алгоритма с учётом параметров используемой вычислительной системы. Проведите вычислительные эксперименты. Сравните результаты выполненных экспериментов с ранее полученными теоретическими оценками.

#### **Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (сортировка данных):**

4. Выполните реализацию параллельного алгоритма пузырьковой сортировки. Проведите эксперименты. Постройте теоретические оценки показателей эффективности параллельных вычислений. Сравните получаемые теоретические оценки с результатами экспериментов.
5. Выполните реализацию параллельного алгоритма быстрой сортировки по одной из приведённых схем. Определите значения параметров латентности, пропускной способности и времени выполнения базовой операции для используемой вычислительной системы и получите оценки показателей ускорения и эффективности для реализованного метода параллельных вычислений.
6. Разработайте параллельную схему вычислений для широко известного алгоритма сортировки слиянием (подробное описание метода может быть получено, например, в работах Кнута (1981) или Кормена, Лейзерсона и Ривеста (1999)). Выполните реализацию разработанного алгоритма и построьте все необходимые теоретические оценки сложности метода. Сравните получаемые теоретические оценки с результатами экспериментов.

#### **Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (обработка графов):**

4. Используя приведенный программный код, выполните реализацию параллельного алгоритма Флойда. Проведите вычислительные эксперименты. Постройте теоретические

- оценки с учётом параметров используемой вычислительной системы. Сравните полученные оценки с экспериментальными данными.
5. Выполните реализацию параллельного алгоритма Прима. Проведите вычислительные эксперименты. Постройте теоретические оценки с учётом параметров используемой вычислительной системы. Сравните полученные оценки с экспериментальными данными.
  6. Разработайте программную реализацию алгоритма Кернигана – Лина. Дайте оценку возможности распараллеливания этого алгоритма.

#### **Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (уравнения в частных производных):**

4. Выполните реализацию первого и второго вариантов параллельного алгоритма Гаусса-Зейделя. Сравните время выполнения разработанных программ.
5. Выполните реализации параллельного алгоритма на основе волновой схемы вычислений и параллельного алгоритма, в котором реализуется блочный подход к методу волновой обработки данных. Сравните время выполнения разработанных программ.
6. Выполните реализацию очереди заданий параллельных вычислений для систем с общей памятью. При реализации необходимо обеспечить возможность обработки близких блоков на одних и тех же процессорах.

#### **Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен) (2 семестр)**

1. Основные понятия, соглашения. Анализ направлений развития и структур высокопроизводительных РВС.
2. Реализация принципов развития ВС в моделях высокопроизводительных распределённых вычислительных систем.
3. Способы достижения параллелизма в высокопроизводительных распределённых вычислительных системах.
4. Параллелизм по управлению, по структурной организации, по данным.
5. Временные характеристики работы. Структуры алгоритмов и исполнителей.
6. Метрики параллелизма. Классификации систем. Законы Амдала, Густафсона-Барсиса
7. Математическое моделирование (ММ) в основе ВПРВС. Методы параллельных вычислений. Математические эквивалентные преобразования.
8. Принципы выбора параллельных методов и разработки параллельных алгоритмов в распределённых системах.
9. Параллельные алгоритмы решения задач. Алгоритмы многоэлементной, многостадийной и совмещённой обработки.
10. Вычислительные методы и алгоритмы высокопроизводительных РВС решения типовых задач вычислительной математики.
11. Мультипроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений.
12. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры.
13. Мультимикронвейерные вычислительные структуры на однородных средах.
14. Вычислительные системы с программируемой структурой.
15. Высокопроизводительные вычислительные кластеры.
16. Структурная организация вычислительного кластера.
17. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов.
18. Сетевая инфраструктура вычислительной кластерной системы.
19. Характеристики сетей передачи данных?
20. Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных в кластерных системах.
21. Технологии производства. Системные платформы построения кластеров.

22. Примеры реализации кластеров компаниями РСК и Т-Платформы.

### **Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен) (3 семестр)**

1. Методы интегрирования. Формальные методы перехода от произвольной математической зависимости к дифференциальным уравнениям К. Шеннона.
2. Построение математических моделей, алгоритмов и распределённых структур на основе дифференциальных уравнений.
3. Теоретические основы расчёта параметров решения задачи и цифровой интегрирующей системы.
4. Последовательные, параллельные и комбинированные методы и структуры реализации решения задач.
5. Технологии реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур в задачах вычислений и управления.
6. Поточковые задачи и способы их решения.
7. Мультиконвейерная обработки потока данных.
8. Структурно-процедурный способ организации мультиконвейерных вычислений.
9. Преобразование задачи в структурно-процедурную форму.
10. Вычислительные методы и алгоритмы распределённого решения типовых задач вычислительной математики.
11. Разработка приложений с использованием технологии NVIDIA CUDA. Программная модель CUDA.
12. Математические библиотеки и языковые надстройки на основе CUDA.
13. Средства и технологии организации вычислений на основе векторных сопроцессоров компании Intel.
14. Структурная организация вычислительного кластера.
15. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов.
16. Сетевая инфраструктура вычислительной системы, Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных.
17. Вычислительные кластеры компаний РСК и Т-Платформы. Технологии решения задач..

### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций основаны на документах:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии (уровень магистратуры). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1402 от 30 октября 2014 г.

2. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1367 от 19 декабря 2013 г.

3. Положение о рейтинговой системе комплексной оценки знаний обучающихся во Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ).

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламентам текущего контроля и промежуточной аттестации. Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, акти-

визации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Промежуточная аттестация является заключительным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2015/2016 учебный год

Протокол заседания кафедры № 12 от 2 июля 2015 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 12 от 30 августа 2016 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 06.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 14.09.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_